Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Приладобудівний факультет
Кафедра автоматизації та систем неруйнівного контролю

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність –151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітньо-професійна програма Комп'ютерно-інтегровані технології проектування приладів

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Юрій КИРИЧУК
«___»_____20__ р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту

Маркіну Назару Руслановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації
Вибір оптимальних рішень при побудові сучасних систем домашньої автоматизації
науковий керівник дисертації к.т.н. доцент Андрєєва О.В. ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом по університету від « 05 »листопада 2020р. № 3228

2. Строк подання студентом дисертації 17.12.2021

3. Перелік завдань, які потрібно розробити
1. Огляд існуючих систем, особливості побудови і роботи систем домашньої автоматизації; 2. Порівняльний аналіз сучасних методів побудови гібридних систем домашньої автоматизації; 3. Побудова каналів збору даних; 4. Аналіз моделі інформаційної системи. 5. Оптимізація підсистеми каналів збору даних; 6. Забезпечення енергоефективності підсистеми; 7. Розрахунок рівнів сигналу у лініях зв'язку.

4. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу *Презентаційний лист арк. А1; Кресленики деталей загальним об'ємом 1 арк. А1;Кресленики*

деталей 1арк. А1;Основні схеми та графічний матеріал загальним об'ємом 5 арк. А1.

5. Орієнтовний перелік публікацій *дві статті за темою магістерської дисертації*

6. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розробка СТАРТАП-проекту	д.е.н. проф. Бояринова К.О.		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
	Видача завдання на магістерську дисертацію		
	Формулювання змісту та основних напрямків дослідження		
	Пошук технічної літератури та інформаційних джерел за темою магістерської дисертації		
	Огляд та аналіз сучасних методів реалізації гібридної системи домашньої автоматизації		
	Аналіз методів забезпечення працездатності ліній зв'язку		
	Аналіз інформаційної системи		
	Оптимізація підсистеми каналів збору даних від сповіщувачів		
	Розрахунок та забезпечення енергоефективності системи		
	Розрахунок рівнів сигналу у лініях зв'язку		

Студент _____ Назар МАРКІН
(підпис) (Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Науковий керівник дисертації _____ Олена АНДРЄЄВА
(підпис) (Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Приладобудівний факультет
Кафедра автоматизації та систем неруйнівного контролю

«На правах рукопису»
УДК 6 8 1 . 5 1

«До захисту допущено»
В.о. завідувача кафедри

_____ Юрій КИРИЧУК
(підпис)
“___”_____2021 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра
за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерно - інтегровані технології проектування приладів»
зі спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно - інтегровані технології

на тему: *Вибір оптимальних рішень при побудові сучасних систем домашньої автоматизації*

Виконав (-ла): студент (-ка) 2 курсу, групи ПМ-01мп
(шифр групи)

Маркін Назар Русланович _____
(прізвище, ім’я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник *к.т.н. доцент Олена АНДРЄЄВА* _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Власне ім'я ,ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Консультант стартап-проект *д.е.н. проф. Катерина БОЯРИНОВА* _____
(назва розділу) (посада,вчене звання , Власне ім'я ,ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Рецензент *д.т.н. проф. Костянтин ШЕВЧЕНКО* _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Власне ім'я ,ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

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

Київ – 2021 року

ВІДОМІСТЬ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	А4		Завдання на магістерську дисертацію		
2	А4	МД.ПМ01МП.07.ПЗ	Пояснювальна записка	108	
3	А1	МД.ПМ01МП.07.01	Матеріали аналітичного огляду	2	
4	А1	МД.ПМ01МП.07.02	Схеми	1	
5	А1	МД.ПМ01МП.07.03	Складальні креслення	1	
	А1	МД.ПМ01МП.07.04	Кресленики деталей	1	
6	А1	МД.ПМ01МП.07.05	Графічний матеріал	2	
7	А1	МД.ПМ01МП.07.06	Презентаційний аркуш	1	
Загальна кількість графічних документів - 8 арк.ф. А1					

				МД.ПМ01МП.07.ВМД		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	*Маркін*			Відомість магістерської дисертації	Лист	Листів
Керівн.	*Андрєєва*				1	1
Конс.	*Шевченко*				КПІ імені Ігоря Сікорського каф. ПБ гр. ПМ – 01мп	
Н/контр.						
Зав.каф.	*Киричук*					

РЕФЕРАТ

Обсяг роботи – 108 сторінок;

Кількість ілюстрацій – 39;

Кількість таблиць – 47;

Кількість джерел за посиланням – 31;

Магістерська дисертація присвячена реалізації удосконаленої інформаційної системи з гібридним методом ліній зв'язку. Основна увага приділяється вибору сучасних компонентів і технологій для автоматизованої системи з каналами збору даних підсистем та інтерфейсним регулюванням функціоналу. Показана реалізація побудови системи, що складається з окремих підсистем, об'єднаних в одну мережу (вимірювання температури, вимірювання руху [ІЧ + звук] і контролю розбиття скла, а також основні питання реалізації безперебійного енергозабезпечення. **Метою дослідження є**: створення вдосконаленої гібридної системи домашньої автоматизації, яка здатна забезпечити реалізацію охоронних функцій та функцій контролю, а також самодіагностику приладів та самої системи.

Завдання дослідження:

- вивчення особливостей побудови гібридної системи «розумний будинок»;

- порівняльний аналіз сучасних методів побудови гібридних систем домашньої автоматизації;

- побудова каналів збору даних від датчиків;

- аналіз моделі інформаційної системи;

- оптимізація підсистеми каналів збору даних;

- забезпечення енергоефективності підсистеми

Об’єктом дослідження є: сучасних комп’ютерний комплекс домашньої автоматизації.

Предметом дослідження є: вибір сучасних засобів оптимізації складної інформаційної гібридної системи (побудова підсистем).

Публікації:

1. Маркін Н.Р., “РАЗВИТИЕ УМНОГО ДОМА В УКРАИНЕ” УДК 339.17, Збірник праць XV Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених “ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНЖЕНЕРНИХ РІШЕНЬ У ПРИЛАДОБУДУВАННІ”, 10-11 грудня 2019 р. К.: ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського, Центр учбової літератури. – 2019. – 546 с.

2. Маркін Н.Р., Андрєєва О.В., “ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ПРОТОКОЛІВ БЕЗДРОТОВОГО ЗВ’ЯЗКУ” УДК 339.17, Збірник праць XVII Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених “Ефективність та автоматизація інженерних рішень у приладобудуванні”, 07-08 грудня 2021 р. К.: ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2021. – 364 с.

Ключові слова: гібридні інтелектуальні системи, цифровий будинок, лінії зв’язку, бездротовий зв’язок, технологія бездротового зв’язку.

ABSTRACT

Volume of work - 108 pages;

Number of illustrations - 39;

Number of tables - 47;

Number of sources at the link - 31;

The master's dissertation is devoted to the implementation of an advanced information system with a hybrid method of communication lines. The main attention is paid to the choice of modern components and technologies for the automated system with data collection channels of subsystems and interface control of the functional. The implementation of the construction of the system, consisting of separate subsystems integrated into one network, shows the measurement of temperature, measurement of movement [IR + sound] and control of glass breakage, as well as the main issues of uninterruptible power supply.

The aim of the study is: to create an advanced hybrid home automation system that can ensure the implementation of security and control functions, as well as self-diagnosis of devices and the system itself.

Objectives of the study:

- study of the peculiarities of building a hybrid system "smart home";

- comparative analysis of modern methods of building hybrid home automation systems;

- construction of data collection channels from sensors;

- analysis of the information system model;

- optimization of the subsystem of data collection channels;

- ensuring energy efficiency of the subsystem

The object of research is: modern computer complex home automation.

The subject of research is: the choice of modern means of optimizing a complex information hybrid system (construction of subsystems).

Publications:

1. Markin NR, "DEVELOPMENT OF A SMART HOME IN UKRAINE" UDC 339.17, Proceedings of the XV All-Ukrainian scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists "EFFICIENCY OF ENGINEERING SOLUTIONS IN INSTRUMENT MANUFACTURING", December 10-11, 2019. K .: PBF, KPI. Igor Sikorsky, Center for Educational Literature. - 2019. - 546 p.

2. Markin NR, Andreeva OV, "TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF WIRELESS COMMUNICATION PROTOCOLS" UDC 339.17, Proceedings of the XVII All-Ukrainian scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists in the field of automation December 07-08, 2021 K .: PBF, KPI. Igor Sikorsky. - 2021. - 364 p.

Keywords: hybrid intelligent systems, digital home, communication lines, wireless communication, wireless communication technology.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ І ПОЗНАЧЕНЬ 7
ВСТУП 10
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ КОМПЛЕКСІВ ДОМАШНЬОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ 11
1.1. Вибір підсистем для реалізації функцій цифрового будинку 12
1.2. Особливості побудови і роботи окремих підсистем збору даних про стан об’єкту контролю 14
1.2.1. Ajax Systems 14
1.2.2. Tiras 26
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ 35
2.1. Особливості побудови гібридної інформаційної системи домашньої автоматизації 35
2.2. Методи забезпечення працездатності каналів збору даних 40
2.3. Аналіз моделі інформаційної системи 50
2.4. Оптимізація підсистеми каналів збору даних від сповіщувачів 56
2.5. Забезпечення енергоефективності підсистеми 69
2.6. Розрахунки рівнів сигналів у лініях зв’язку 75

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЄКТУ «ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ГІБРИДНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДОМАШНЬОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ» 80

3.1. Опис ідеї проєкту 80

3.2. Технологічний аудит ідеї проєкту 85

3.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проєку 92

3.4. Розробка ринкової стратегії проєкту 98

Висновки до третього розділу 101

ВИСНОВКИ 102

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 104

ДОДАТКИ 108

Перелік термінів і позначень

Датчик – конструктивно-відокремлений первинний вимірювальний перетворювач, від якого надходять сигнали вимірювальної інформації.

Інтерфейс – «спільна межа» між окремими системами, через яку вони взаємодіють; сукупність засобів і правил, що забезпечують взаємодію окремих систем (наприклад, людини, програмного забезпечення, апаратного забезпечення і т. п.

Лінія зв'язку – фізичне середовище, призначена для передачі інформації між одиницями обладнання, які відіграють роль в інформаційному обміні, включаючи дані, сигнали керування та синхронізації.

Гібридні інтелектуальні системи – це системи, які при вирішенні окремих задач використовують одночасно декілька методів штучного інтелекту [39].

Інтернет речей (англ. Internet of Things, IoT) **–** концепція обчислювальної мережі фізичних предметів, обладнаних вбудованими технологіями для взаємодії один з одним та з зовнішнім середовищем, без участі людини.

Аналого-цифровий перетворювач – пристрій, що перетворює вхідний аналоговий сигнал в дискретний код (цифровий сигнал).

Цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) – пристрій для перетворення цифрового коду в аналоговий сигнал за величиною, пропорційною значенню коду.

Мікроконтролер – це спеціальна мікросхема, призначена для керування різними електронними пристроями.

Хаб – це розумний центр управління всіма розумними пристроями розумного будинку.

Сповіщувач – технічний засіб, який встановлюють для передачі тривожного сповіщення на приймально-контрольний прилад.

IP – (англ. «Internet Protocol») – протокол мережевого рівня TCP/IP.

GSM – (англ. «Global Special Mobile») – глобальний стандарт цифрового мобільного зв’язку.

Комутатор – пристрій, що забезпечує методом включення, відключення та перемикання вибір необхідного ланцюга та з’єднань з вхідним ланцюгом.

Лінії зв’язку – це проміжна апаратура і фізичне середовище для передачі інформації.

Канал передачі даних – це засів двухстороннього обміну даними, який включає в себе як лінії зв’язку так і апаратуру передачі даних.

Z-Wave – безпровідний протокол зв’язку для управління та контролю автоматизацією в житлових приміщеннях та в комерційних об'єктах.

U – напруга, вимірюється в В (Вольтах);

I – сила струму, вимірюється в А (Амперах);

R – опір, вимірюється в Ом (Омах);

P – потужність, вимірюється в Вт (Ваттах);

T – період, вимірюється в с (секундах);

t° – температура, вимірюється в С (Цельсій);

ВСТУП. Аналіз стану проблеми домашньої автоматизації

Інтенсивність розвитку мікроелектроніки та технологій зв'язку дали поштовх інтеграції комп'ютерної системи в автоматизацію будинку. На сьогоднішній день, ринок досить насичений продукцією, що вирішує питання домашньої автоматизації. З виникненням ринку випливає потреба в удосконаленні та інноваціях в даній сфері. Вимоги до якості та функціоналу с кожним роком збільшуються та індивідуалізація кожного проекту стає більш актуальною для споживача. Особливістю є те, що відсутність суцільної стандартизації та обмежені, що дає можливість розробнику реалізувати унікальний проект, що забезпечить повний спектр функціоналу і втілить питання індивідуальності в реальність.

Все більше «розумної» електроніки входить у наше життя, і ми починаємо жити не просто в оточенні «розумних» підключених речей та пристроїв, а безпосередньо в загальній екосистемі. Система управління «Розумний будинок» – це інтеграція різного обладнання, пристроїв, що використовуються користувачем щодня, в єдину автоматизовану екосистему [1].

Автоматизація управління освітленням, опаленням, вентиляцією, технікою, системами безпеки та іншим обладнанням для автоматизації будівель об'єднається в єдину систему, яка керується як за допомогою окремих пристроїв, так і в автоматичному режимі. Таким чином, автоматизована система дозволяє оптимізувати споживання енергоресурсів, забезпечує достовірність даних, збільшує комфортність використання за рахунок інформування користувача та автоматичного керування ресурсами [2].

Метою досліджень, представлених в магістерській дисертації є побудова одного з можливих варіантів гібридної системи домашньої автоматизації, яка реалізує такі питання як: забезпечення комфорту, тобто «розумне освітлення», «розумні вікна та двері», «клімат-контроль», «контроль шуму»; контроль та моніторинг стану, а також реалізація питання енергозабезпечення та енергоефективності компонентів системи.

РОЗДІЛ 1. Дослідження існуючих комплексів домашньої автоматизації

Основною метою всіх технічних нововведень є спрощення життя людини, щоб зробити його максимально комфортним, особливо в рамках житлового простору. З одного боку, прогресивні технології допомагають зробити будинок теплим, світлим, енергоефективним, а з іншого підсистем стає настільки багато, що управління всією інженерією стає вкрай складним завданням навіть для просунутого користувача. «розумний дім» - це система, що поєднує всі важливі технічні підсистеми і призначена для того, щоб управління цими підсистемами стало простим та зручним. Основу структуру системи «розумний будинок» складають найпопулярніші по використанню функціонал, а саме «світло та електроприводи», «клімат-контроль» та «системи безпеки» [3].

Рис.1. Основний функціонал системи «розумного будинку»

1.1. Вибір підсистем для реалізації функцій цифрового будинку

Клімат-контроль

Сучасні житлові приміщення оснащені комплексами технічних рішень для створення сприятливого мікроклімату будинку – це системи вентиляції, опалення, кондиціювання, прилади для зволоження повітря. І дана енергосистема потребує регулярного контролю та уваги: налаштування режимів роботи, увімкнення та вимкнення тощо. Проте, за допомогою контролю клімату системи «розумний будинок» усіма пристроями можна керувати через браузер із персонального комп'ютера, планшета чи телефону.

Можна централізовано встановити бажану температуру в кожному приміщенні, відстежити поточну, а також статуси кліматичних приладів. Налаштувати час увімкнення та вимкнення клімат-контролю за таймером.

Система «розумний будинок» позбавляє зайвих обходів і дозволяє використовувати кліматичний комплекс максимально корисно – працюватимуть лише ті пристрої та прилади, які повинні працювати в той момент [4].

Розумне світло

Сьогодні в будинку зазвичай використовується багато світлових приладів як за кількістю, так і за типом.

Система «розумний будинок» дозволяє керувати джерелами освітлення через запрограмовані варіанти активації певних світлових груп. Наприклад: «Максимальне світло», «Середнє», «Мінімальне» і «Вимкнути все». В результаті не потрібно обходити всі приміщення будинку з перевіркою, чи все вимкнено. Достатньо активувати певний сценарій із персонального комп'ютера, телефону або планшета. А за допомогою зручної системи керування та контролю через браузер пристрою жоден світильник не буде пропущений.

Системи безпеки

Однією з найважливіших підсистем системи «розумний будинок» є підсистема безпеки. Це як охоронно-пожежна сигналізація, відеоспостереження та домофонія, так і технічна сигналізація (збій у роботі обладнання, витоку води, газу тощо). Вся інформація від датчиків та камер зібрана та доступна у браузері чи мобільному додатку. За допомогою цього можна контролювати житловий простір та його системи, навіть не перебуваючи в ньому [5].

Структура системи «розумний будинок»

Структура системи «розумний будинок» складається з трьох рівнів, а саме: нижнього, середнього та верхнього.

Нижній рівень — це датчики та виконавчі елементи, такі як сервоприводи, датчики вологості та температури, ультразвукові сенсори, тощо.

Середній рівень системи «розумний будинок» представляє «Хаб» (з англ.-центр), це спеціальний пристрій-контролер, до якого приєднуються всі датчики та виконавчі елементи (актуатори).

Верхній рівень — це інтерфейс доступу, через який здійснюється налаштування та управління системою «розумний дім», наприклад: спеціальний веб-додаток смартфону або особистий кабінет, який надає доступ до управління в браузері через власну адресу в локальної мережі, до якої підключений. На даний момент виробники вже оснащують свої комплексні рішення домашньої автоматизації хабом та стандартним набором обладнанням системи «розумний будинок».

1.2. Особливості побудови і роботи окремих підсистем збору даних про стан об’єкту контролю.

Сьогодні вибір не обмежується єдиним рішенням бренду. Концепція «розумного будинку» продумана, випробувана і багаторазово обіграна в різних варіаціях. Найчастіше споживачеві пропонуються рішення, які закривають лише одну-дві складові проблеми: віддалене відеоспостереження за будинком, або його віддалена терморегуляція, або контроль за освітленням і так далі до повного перекриття всього списку. Але як об'єднати весь цей асортимент гаджетів, змусити його працювати як одне ціле, та ще й прив'язати до професійної охоронної служби?

Розглянемо декількох представників з комплексного рішення домашньої автоматизації [6].

1.2.1. Ajax Systems

Рис.2. Ajax StarterKit Cam Plus

Основу бездротової системи безпеки від українського виробника Ajax становить центральний блок – хаб. Сам по собі він вже є системою, яка готова до роботи і може динамічно розширюватися і видозмінюватися за рахунок додаткових датчиків, що підключаються.

Кожен гаджет — це досить складна композиція елементів, яка включає:

- систему живлення;
- адаптер бездротового зв'язку, що допомагає тримати з'єднання з центральним;
- сенсор або кілька сенсорів, які відповідають за основну та додаткову функціональність пристрою.

Однією з особливостей системи Ajax, що розглядається, є зашифрований двосторонній радіозв'язок Jeweller — це власна розробка компанії Ajax Systems. Такий зв'язок відрізняється від звичайних побутових Wi-Fi мереж тим, що працює він на частотах 868,0-868,6 МГц, які дозволяють тримати стійке з'єднання на відстані до 2000 м. У ньому є шифрування на основі стандарту AES, а саморегуляція потужності сигналу , яка залежить від відстані та перешкод, дозволяє заощаджувати заряд батареї, від якої живиться віддалений датчик. Таким чином, датчики, «розкидані» по квартирі, одному або декільком домоволодінням, створюють єдину захищену мережу, розкрити або заглушити практично неможливо [7].

Друга особливість кожного пристрою - це повна автономність. Датчики отримують живлення від батарей, що замінюються, а запасу енергії в них може вистачити до семи років автономної постійної роботи. Зрозуміло, що реальний термін залежить від умов експлуатації: відстані від датчика до хаба, наявності фізичних перешкод, частоти спрацьовування/опитування, і, звичайно, важливу роль відіграє навколишня температура.

На жаль, акумуляторів, ємність яких не падала б при від’ємних температурах, поки що ніхто не розробив, тому термін автономної експлуатації пристроїв вуличного використання менший ніж приладів всередині будівлі.

Третя риса — чудовий дизайн кожного пристрою. Будь то датчик, сирена, брелок чи цифрова панель. Розробники не дотримувалися ідеї потайної установки своїх пристроїв, тому кожен гаджет має приємний вигляд і анітрохи не зіпсує своїм виглядом будь-який інтер'єр.

Основні характеристики протоколу зв’язку Jeweller:

- Дальність зв'язку з централлю - до 1300 м на відкритому просторі;
- Двосторонній зв'язок між пристроями;
- Робочі частоти - 868,0 - 868,6 МГц;
- Саморегульована потужність радіосигналу - до 20 мВт;
- Блокове шифрування, що базується на алгоритмі AES;
- Період опитування датчика - 12-300 секунд.

Розглянемо кожний пристрій окремо [8]:

Рис.3. Ajax Hub

Табл.1 Характеристики Ajax Hub

Колір	Чорний
Розміри, вага	163x163x26, 350 г
Живлення	110 – 250 В / Li-Ion 2 А г
Діапазон робочих температур	Від 0 до +50 °C
Зв’язок	GSM (850/900/1800/1900 МГц), Ethernet
Управління	Мобільний додаток / браузер
Кількість зареєстрованих клієнтів	Максимум 50
Кількість підключених приладів	Максимум 100

Ajax Keypad

Пристрій для локального управління системою безпеки та сигналізації.

Рис.4. Ajax Keypad

Деякі характеристики наведені у табл.2:

Табл.2. Характеристики Ajax Keypad

Колір	Чорний
Розміри, вага	150x103x14 мм, 197 г
Живлення	4 батареї AAA
Діапазон робочих температур	Від -10 до +50 °C
Зв’язок	Jeweller, до 1700 м
Управління	Мобільний додаток / браузер

Ajax MotionProtect

Пристрій фіксації руху

Рис.5. Ajax MotionProtect

Особливістю даного пристрою є те, що він має три рівні чутливостей.

Табл.3. Рівні чутливостей Ajax MotionProtect

Висока чутливість	Приміщення з мінімальною кількістю перешкод
Середня чутливість	Існує ймовірність перешкод (відкриті вікна, кондиціонер, радіатор)
Низька чутливість	Датчик не реагує на тварин вагою до 20 кг та зростом до 50 см

Табл.4. Характеристики Ajax MotionProtect

Колір	Чорний
Розміри, вага	110x65x50 мм , 86 г
Живлення	Батарея типу CR123A
Діапазон робочих температур	Від 0 до +50 °C
Зв’язок	Jeweller, до 1700 м
Кут обзору	88.5°/80 °
Управління	Мобільний додаток / браузер

В даної моделі є «побратими» , такі як:

- MotionCam – датчик руху з фотофіксацією;
- CombiProtect – датчик руху та датчик розбиття скла.

У даних моделей, як і у MotionProtect, є аналоги для встановлення на вулиці, які мають захист від зовнішніх чинників класу IP55 та контролюють площу обсягом до 175 м^2.

Ajax FireProtect

Протипожежний датчик із сенсором температури цілодобово стежить за безпекою в приміщенні та моментально повідомляє про появу диму та різкі стрибки температури.

Рис.6. Ajax FireProtect

Табл.5. Характеристики Ajax FireProtect

Колір	Чорний
Розміри, вага	132x132x31 мм , 220 г
Живлення	Дві батареї типу CR2
Діапазон робочих температур	Від 0 до +65 °C
Зв’язок	Jeweller, до 1300 м
Вбудовані датчики	Температура, задимленості
Управління	Мобільний додаток / браузер
Тип сповіщення	Звуковий, радіозв’язок
Гучність вбудованої сирени	85 дБ на відстані 1 м

Датчик FireProtect сигналізує про задимлення і різке підвищення температури в місці його установки (30 ° C за 30 хвилин або після досягнення 60 ° C, точні значення задаються в налаштуваннях). Також, є функція відстрочки включення тривоги для повторної перевірки наявності диму - корисна функція, яка дозволить не піднімати паніку, якщо хтось раптом випадково або

жартома пустить струмінь сигаретного диму в напрямку датчика. У випадку, коли до одного хаба підключено кілька протипожежних датчиків, вони можуть працювати разом, одночасно активуючи свої тривожні сирени, якщо один із датчиків визначив задимлення. Ця функція вмикається та вимикається в установках пристроїв.

Ajax DoorProtect та GlassProtect

Пристрої для контролю закриття/відкриття дверей і вікон та контроль цілісності скла.

Рис.7. Ajax DoorProtect Рис.8. Ajax GlassProtect

DoorProtect складається з контролера з герконом (герметизований контакт) та двох магнітних накладок, великої та малої. Який з магнітів використовувати - це вирішується при монтажі і залежить від відстані між датчиком та магнітною накладкою, 1 см для малого магніту та 2 см для великого. І датчик, і магніти можуть пригвинчуватися саморізами або приклеюватися до поверхонь за допомогою клейких смужок, що додаються. Під час відкриття або закриття

дверей датчик підморгує зеленим діодом і надсилає повідомлення центральному хабу.

На відміну від дверних контролерів, GlassProtect є єдиним самостійним пристроєм. Судячи з усього, цей датчик можна назвати мініатюрним (в оглядовому ринковому просторі) датчиком розбиття, який може працювати автономно від однієї батареї до семи років. Пристрій необов'язково кріпити до скла, що охороняється: чутливий електретний мікрофон дозволяє контролювати цілісність скла на відстані до 9 метрів від датчика. Двофакторний аналіз аудіопотоку (за високими та низькими частотами) дозволяє знизити ймовірність помилкових спрацьовувань. Тут так само, як і у випадку з іншими сенсорами, є параметри чутливості. [9]

Табл.6. Характеристики DoorProtect та GlassProtect

Колір	Чорний	
Розміри, вага	20x90 мм, 29 г (датчик), 32 г (великий магніт), 4 г (малий магніт)	20x90 мм, 30 г
Живлення	Батарея типу CR123A	Батарея типу CR123A
Діапазон робочих температур	Від 0 до +50 °C	
Зв’язок	Jeweller до 1200 м	Jeweller до 1000 м
Управління	Мобільний додаток / браузер	

Ajax LeaksProtect

Датчик затоплення та протікання води. Основними особливостями даного пристрою є: автономність, сенсор температури, датчик протікання, а також здатність працювати при від’ємних температурах, або близьких до нуля за Цельсієм. Перелічені вимоги мають на увазі наявність захисту від зовнішніх впливів, хоча б на рівні IP65 (захист від водяних бризок, струменів).

Рис.9. Ajax LeaksProtect

Табл.7. Характеристики Ajax LeaksProtect

Колір	Чорний
Розміри, вага	56x56x14 мм, 40 г
Живлення	Дві батареї AAA
Діапазон робочих температур	Від 0 до +50 °C
Зв’язок	Jeweller, до 1300 м
Управління	Мобільний додаток / браузер
Клас захисту	IP65

Ajax Transmitter

Даний представник модельного дому AjaxSystems складно назвати датчиком чи пристроєм, адже це більше бездротовий модуль для підключення сторонніх пристроїв (датчики руху, ІЧ-бар’єри, термореле, тощо) до мережі з хабом.

Рис.10. Ajax Transmitter

Табл. 8. Характеристики Ajax Transmitter

Сумісність	Дротові та бездротові датчики з дротовим виходом
Сенсори, інтерфейси	Акселерометр, тривожний та тамперний (контакт сповіщення взлому) входи
Розмір, вага	100x39x22, 73 г
Живлення	Три батареї CR123A
Діапазон робочих температур	Від -25 до +50 °C
Зв’язок	Jeweller, до 1600 м
Управління	Мобільний додаток / браузер
Використання	Зі сторонніми датчиками всередині та ззовні приміщення

1.2.2. Tiras

Рис.11. Tiras Orion Nova X

Це нова система охоронних пристроїв від українського виробника для побудови або повністю бездротової або гібридної охоронної системи професійного рівня. За словами виробника, в основі нової охоронної системи є принцип раціональності, а не принцип трендовості. У споживача тепер є можливість будувати будь-які охоронні системи:

- Дротові;
- Бездротові;
- Гібридні.

В основі бездротових компонентів лежить сучасна платформа від одного з найбільших новаторів у галузі програмно-апаратних рішень Silicon Labs. Це американська компанія, одним із основних напрямків діяльності якої є розробка рішень для бездротової передачі даних. Мікроконтролери SiLabs побудовані на сучасній архітектурі System-on-a-Chip. Це мікросхема, що містить у собі функціональні складові цілого пристрою. [9]

Базові елементи Orion NOVA X

Orion Nova M

Рис.12. Хаб Orion Nova M

Orion NOVA M – повнофункціональний прилад охоронної сигналізації серії «Orion NOVA II», призначений для надійної охорони об'єктів середнього розміру: великі квартири, приватні будинки, невеликі офіси, магазини тощо.

Підтримка сучасних мобільних сервісів робить систему, побудовану на базі Orion NOVA M, надзвичайно доступною та зручною на всіх етапах її експлуатації: від налаштування до повсякденного користування та обслуговування.

ППК «Orion NOVA M» дає можливість проектувати як пультову, так і автономну професійну систему безпеки, що відповідає вимогам європейського стандарту EN50131, Grade 3 [10].

Основні характеристики хабів різних моделей від компанії Tiras наведені в додатку Б.

Orion Nova M-X

Даний пристрій призначений для побудови гібридних охоронних систем, коли у вас є необхідність додати нові бездротові датчики до провідної охоронної системи.

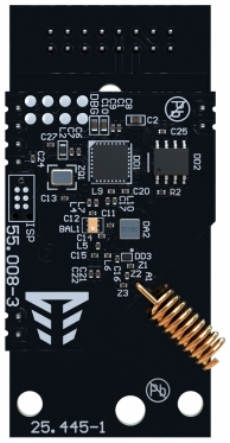

Рис.13. M-X

Табл.9. Характеристики Orion Nova M-X

Діапазон частот радіосигналу, МГц	868,0-868,6
Максимальна ширина смуги частот каналу, кГц, не більше	125
Максимальне відхилення частоти каналу, кГц, не більше	2
Потужність передавача, мВт, не більше	25
Шифрування	AES
Дальність радіозв’язку на відкритому просторі до, м	3000
Максимальна кількість підключених пристроїв, шт	64

Напруга живлення, В	10,3-15,2
Струм споживання при роботі від напруги живлення 12 В, мА, не більше	20
Габаритні розміри без ніжок (ШхВхГ), мм	35x64x22
Маса, г, не більше	120
Діапазон робочих температур при відносній вологості до 75% без утворення конденсату	від -10°С до +40°С
Середній строк експлуатації, років	10

Orion Nova X-Motion

Рис.14. Orion Nova X-Motion

Бездротовий датчик руху Tiras X-Motion повідомляє про вторгнення в приміщення, що охороняється, детектує рух на відстані до 12 метрів. Забезпечує дальність зв'язку з охоронною централлю до 3000 метрів за радіопротоколом. Встановлюється на стіну.

Датчик Tiras X-Motion призначений для визначення людини за рівнем інфрачервоного випромінювання з допомогою пасивного ІЧ-сенсора і передачі тривожного сигналу. Отримані дані проходять цифрову обробку, щоб унеможливити помилкові тривоги.

Tiras X-Motion сумісний з ППК серії Orion NOVA II, при установці модуля інтеграції бездротових компонентів M-X в універсальний слот ППК.

Табл.10. Характеристики Orion Nova X-Motion

Тип сенсора	PIR
Дальність виявлення руху, м, не більше	12
Кут виявлення руху, по горизонталі	88,5°
Діапазон частот радіосигналу, МГц	868,0-868,6
Потужність передавача, мВт, не більше	25
Максимальна ширина смуга радіочастот, мГц	125
Максимальне відхилення частоти каналу, мГц	2
Шифрування	AES
Дальність роботи радіозв’язку, м	3000
Елемент живлення, літієва батарея	CR123A
Габаритні розміри (ШхВхГ), мм	61x98x50
Маса, г, не більше	75
Діапазон робочих температур	від -10°С до +40°С
Середній срок роботи від елементу живлення, років	5
Середній строк експлуатації, років	10

Orion Nova X-Shift

Цей датчик встановлюється на вікна або двері і повідомляє про спробу вторгнення в приміщення. Унікальною особливістю датчика відкриття Tiras є використання сенсора Холла. Він вимірює магнітне поле і після цього інтерпретує це значення як норму, тривогу або саботаж. На відміну від герконів, що використовуються у більшості охоронних систем, такий сенсор не залипає, його не вдасться обдурити потужним магнітом.

Бездротовий датчик відкриття дверей/вікон Tiras X-Shift повідомляє про злам дверей або вікон. Забезпечує дальність зв'язку із централлю до 3000 метрів завдяки радіопротоколу. Встановлюється попри всі типи дверей, зокрема металевої основи [10].

Рис.15. Orion Nova X-Shift

Табл.11. Характеристика Orion Nova X-Shift

Тип сенсора	PIR
Дальність виявлення руху, м, не більше	12
Кут виявлення руху, по горизонталі	88,5°
Діапазон частот радіосигналу, МГц	868,0-868,6
Потужність передавача, мВт, не більше	25
Максимальна ширина смуга радіочастот, мГц	125
Максимальне відхилення частоти каналу, мГц	2
Шифрування	AES
Дальність роботи радіозв’язку, м	3000
Елемент живлення, літієва батарея	CR123A
Габаритні розміри (ШхВхГ), мм	61x98x50
Маса, г, не більше	75
Діапазон робочих температур	від -10°С до+40°С
Середній срок роботи від елементу живлення, років	5
Середній строк експлуатації, років	10

Tiras Detecto SMK110

Рис.16. Tiras Detecto SMK110

Датчик диму Tiras DETECTO SMK110 призначений для виявлення загорянь, що супроводжуються появою або перевищенням порогового значення температури та передає сигнал «ПОЖЕЖА» на ППК. Має два режими роботи – черговий / «ПОЖЕЖА». Встановлюється на стелю або стіну в місцях виникнення пожежі.

У DETECTO SMK110 реалізовано функцію автоматичної компенсації запиленості, температури та старіння. Тому, чутливість сповіщувача завжди підтримується на встановленому рівні, а частота технічних обслуговувань зменшується у кілька разів [10].

Табл.12. Характеристики Detecto SMK110

Габаритні розміри, мм:	50x110
Маса, кг, не більше	0,12
Клас захисту оболонки	IP30
Середній наробіток на відмову, год	40 000
Середній строк служби, років	10
Час визначення несправностей, с	10
Напруга живлення через AI, В	20 – 25
Струм споживання від AI DETECTO SMK110, черговий режим/режим пожежної тривоги, мА	0,13/0,20
Напруга розмикання ІКЗ, В	15,0
Напруга відновлення ІКЗ, В	4,2
Струм через ІКЗ у замкненому стані, мА	65
Струм розмикання ІКЗ, мА	75

РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Особливості побудови гібридної інформаційної системи домашньої автоматизації.

Існує кілька видів автоматизованих систем, що в корені відрізняються один від одного.

За способом управління всі розумні будинки можна поділити на три групи:

- Централізовані автоматизовані системи;
- Розподілені чи децентралізовані системи;
- Гібридні схеми керування.

ЦЕНТРАЛІЗОВАНІ АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

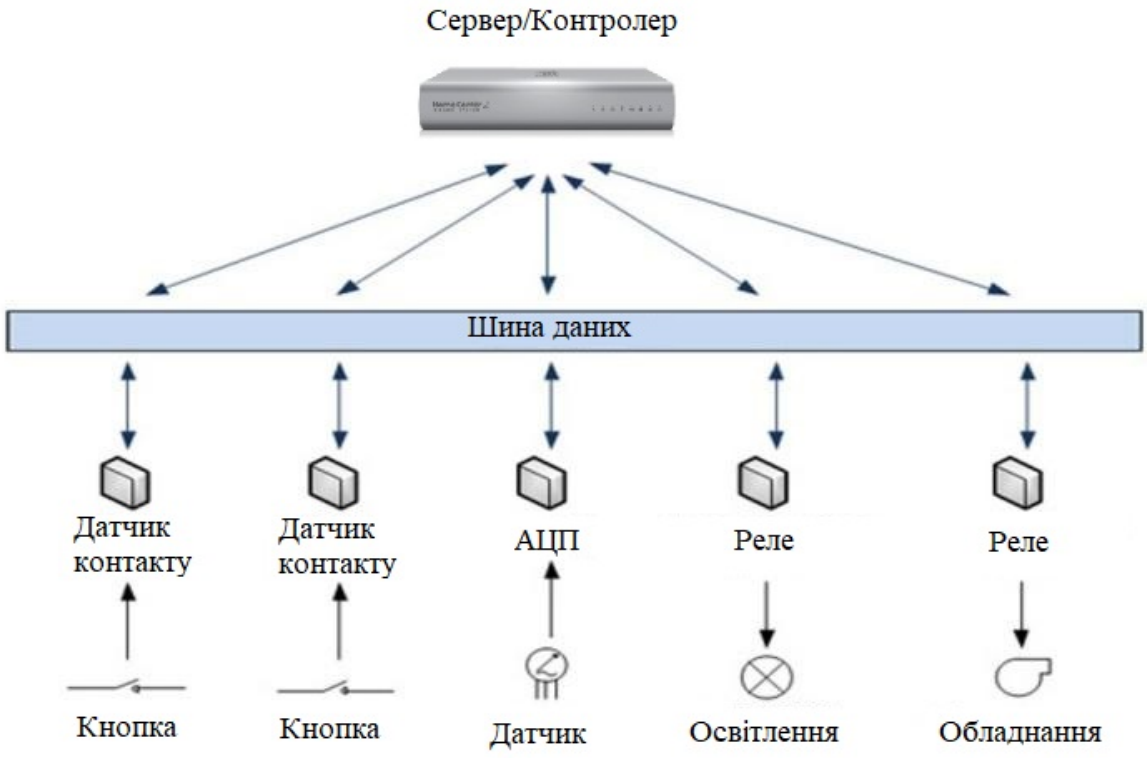

Рис.17. Структурна схема централізованої системи управління

Реалізація структури передбачає центральний контролер, до якого приєднанні усі елементи системи. Пристрій отримує інформацію, аналізує її та дає вказівки відповідним виконуючим елементам. В якості даного модуля використовують програмований контролер з максимальною кількістю виходів [11].

В залежності від функціоналу автоматизованої системи, встановлюється відповідне програмне забезпечення. ПЗ інтегрується в логічний модуль та налаштовується під конкретний спектр дій.

Централізоване управління має значні переваги:

- Інтеграція безлічі пристроїв до системи, навіть інтеграція пристроїв від інших виробників;
- Керування цілою системою в одному інтерфейсі;
- Можливість програмування особливих та складних сценаріїв.

Головним недоліком є недостатня надійність. При виході з ладу центрального контролера система перестає функціонувати. Звісно, пристрої розраховані на великий запас працездатності, але, враховуючи, що пристрій працюватиме цілодобово протягом тривалого часу, вихід з ладу не виключення [11].

РОЗПОДІЛЕНІ АБО ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

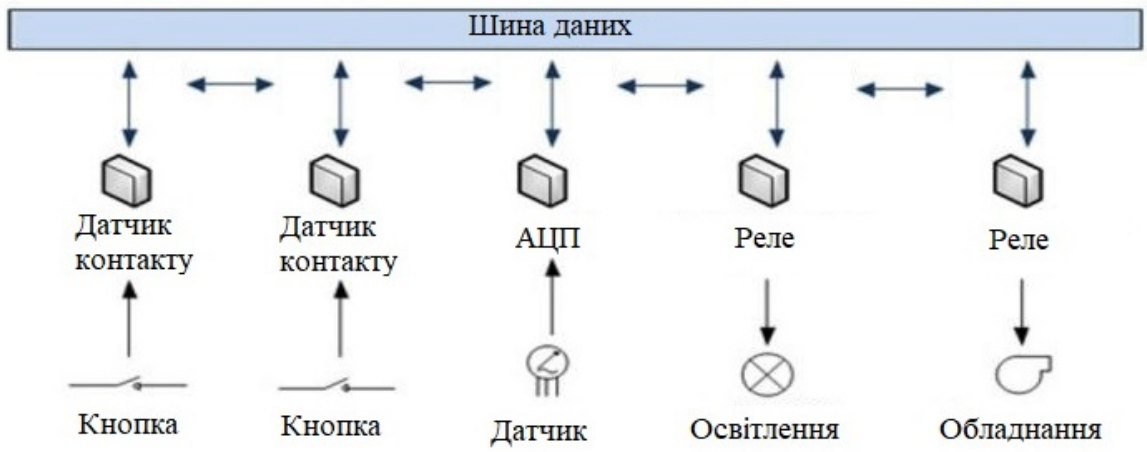

Рис.18. Структурна схема децентралізованої системи управління

Основним принципом роботи є мережа з окремих периферійних контролерів. Кожен з них – це логічний модуль зі власним енергозабезпеченням, який функціонує незалежно від головного комп'ютера і також має деякий обсяг пам’яті для збереження інформації, необхідної для управління. Кожен периферійний пристрій має можливість в індивідуальному налаштуванні та програмуванні

Відсутність головного контролеру дає можливість функціонувати системі навість при виході з ладу одної з ланок. Проблеми зазвичай можуть виникнути лише в шлейфі підсистеми [11].

Перевагами розподіленого управління вважаються:

- Автономність роботи кожної з підсистем, що значно збільшує надійність функціонування єдиної системи розумного будинку;
- Можливість розширення та встановлення додаткових пристроїв;
- Широкий вибір компонентів для створення такої структури.

Розподілена система найбільш зручна в реалізації автоматизованої системи управління «простими механізмами», наприклад, управління освітленням або регулювання температури.

Відсутність стандартизації та спільної екосистеми ускладнює діагностики та саморегулювання компонентів системи. Тому для цього використовують додаткові засоби опитування пристроїв. Відсутність достатньої гнучкості в налаштуванні також завдає деяких складностей в налагодженні .

ГІБРИДНІ СХЕМИ УПРАВЛІННЯ

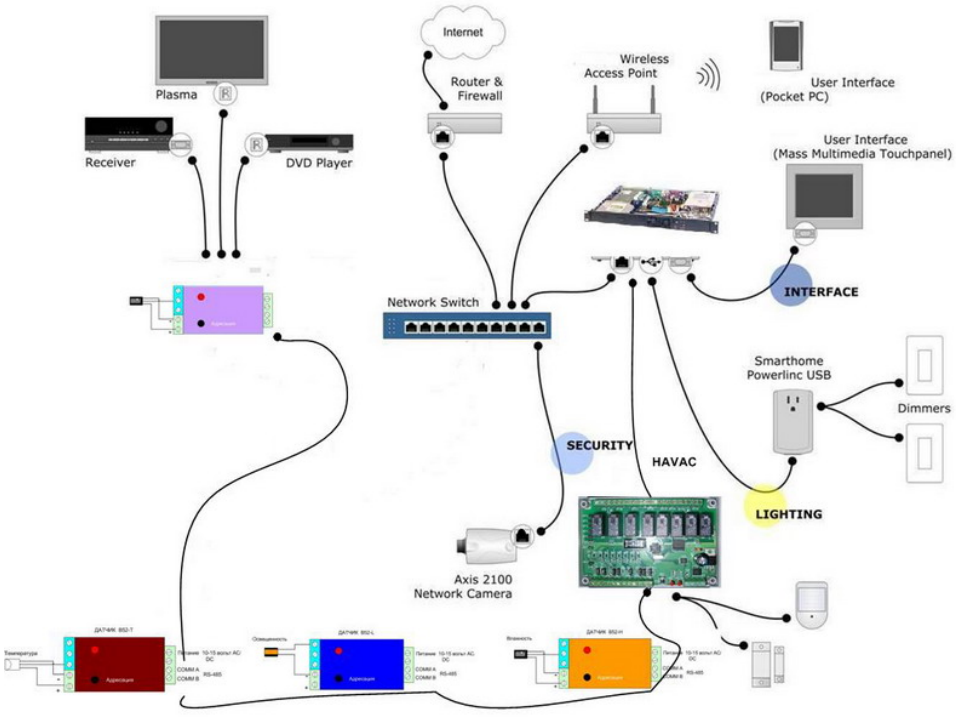

Рис.19. Структурна схема гібридної системи управління

Гібридна система управління – це поєднання централізованих та розподілених систем із кількома керуючими центрами. Найбільш часто зустрічається реалізація дротової системи, яка приймає рішення, та інтеграція додаткових

централізованих та децентралізованих підсистем. На такому принципі побудові сучасні системи «розумний будинок» [12].

Головною особливістю є поєднання основні типи систем і це нівелює недоліки кожної з них. Налагодження кожної підсистеми стає більше комфортною, підвищення надійності, адже провідний логічний модуль відстежує працездатність кожної з ланок.

Найбільш поширеним і практичним варіантом комбінованої схеми вважається – кожна підсистема, що відповідає за окремий функціонал контролюється окремим модулем. Кожен з них у свою чергу підпорядковується основному контролеру. В наслідок чого виникає складність в налаштуванні усіх підсистем в єдину мережу.

Існує ще одна класифікація за способом передачі, яку можна розділити на дві групи: дротові і бездротові системи [13].

Сигнал в дротових системах проходить по відповідному кабелю, що нівелює втрату інформаційного потоку, система характеризується високою швидкістю інформаційного обміну. Дротова схема дозволяє досить легко інтегрувати додаткові модулі.

Універсальний варіант, що інтегрується з існуючими мережами, що одночасно є перевагою та недоліком [14]. Для запобігання проблем доцільно розділи систему на два потоки: автоматизації та передача даних. Наприклад, у системах Ethernet зазвичай стає шиною, яка пов'язує всі підсистеми.

Силова лінія. Найперспективніше рішення для масового користувача, оскільки є скрізь, де проведено електрику. Розроблено спеціальні протоколи для її використання, наприклад, X10 або більш сучасний Insteon.

Власна шина. Засіб комунікації, що виготовляється конкретно під систему автоматизації. Перевага такого рішення — шина автоматизації відокремлюється від загальної мережі.

Основним недоліком дротових систем є складний та трудомісткий монтаж.

У ході його проведення доводиться прокладати кабель, що пов'язано з необхідністю штробити стіни, демонтувати ділянки підлоги. Тому дротові схеми доцільно проектувати та встановлювати на етапі будівництва або хоча б капремонту.

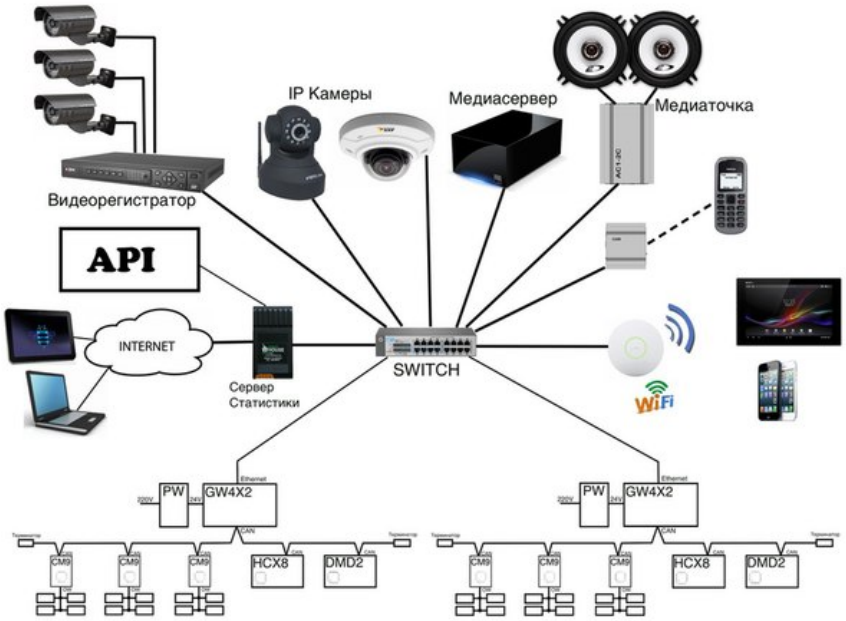

Рис.20. Бездротові

Основним методом передачі даних в бездротовій системі є радіосигнал. Головна перевага таких схем на відміну від аналогів провідного типу можуть встановлюватися дуже швидко, з мінімальним втручанням в оздоблення інтер'єру. Перевагою можна вважати і можливість розширення мережі, підключення нових пристроїв відбувається дуже просто [15].

Найчастіше використовуються бездротові середовища:

Інфрачервоний канал. Використовується в управлінні побутовими пристроями, або в якості дублюючого каналу для керуванням ресиверами, телевізорами, деякими контролерами.

Z-Wave, **ZigBee**. Характеризуються мінімальним енергоспоживанням, тому вважаються найперспективнішими для систем домашньої автоматизації.

Wi-Fi. Застосовується для роботи з гаджетами, оснащеними спеціалізованим програмним забезпеченням для управління пристроями в будинку, або для зв'язку з бездротовими інтерфейсами.

Обираючи бездротову схему, необхідно врахувати низку моментів. Все обладнання такого типу має обмежений радіус дії. Якщо його недостатньо для роботи приладу, необхідно встановити контролери мережі або репітери. У будівлі можуть існувати «глухі» зони, якими не проходить радіосигнал. Бездротове обладнання може конфліктувати один з одним, необхідно переконатися, що цього не відбувається.

2.2 Методи забезпечення працездатності каналів збору даних

Збір даних, або DAQ (Data AsQuisition), як його часто називають, є процесом оцифрування даних з навколишнього аналогового світу, щоб їх можна було відображати, аналізувати і зберігати на ПК. Простим прикладом є процес вимірювання температури у приміщенні у вигляді цифрового значення з використанням аналогового датчика, такого, наприклад, як термопара.

Сучасні системи збору даних можуть включати спеціальне програмне забезпечення для постаналізу та складання звітів, можливості підключення до мережі, а також опції віддаленого управління та моніторингу.

Спільно з персональною ЕОМ, оснащеною спеціальним програмним забезпеченням, система збору даних утворює інформаційно-вимірювальну систему (ІВС).

ІВС - це багатоканальний вимірювальний прилад або система приладів з широкими можливостями збирання, обробки та аналізу даних.

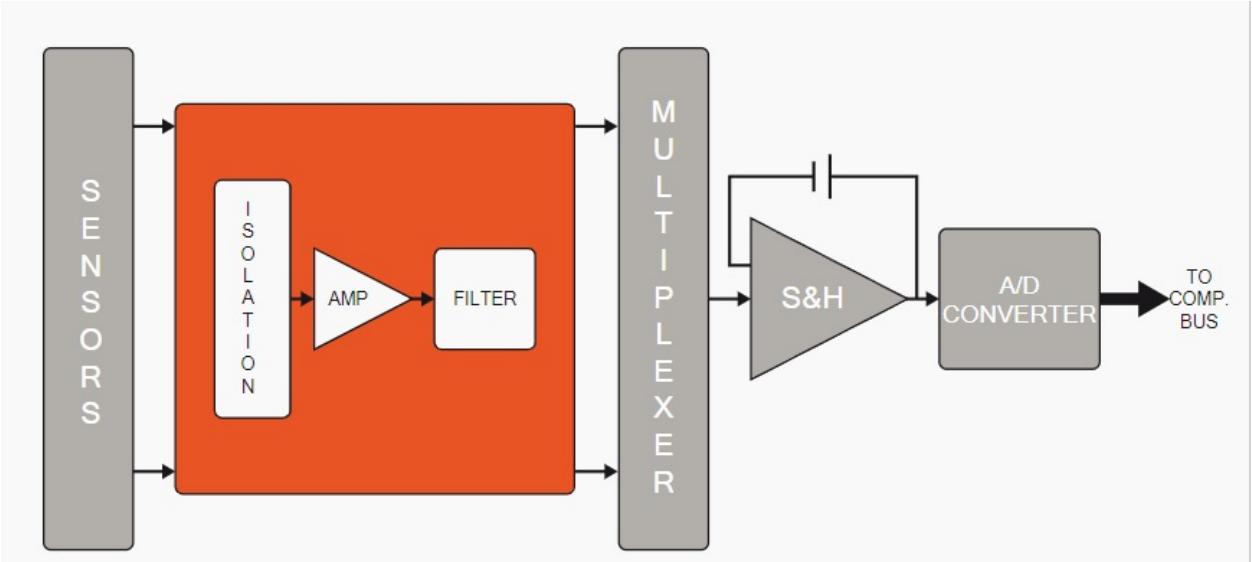

Рис.21. Структурна схема перетворення сигналу і передачі до шини даних

На основі ІВС можуть бути побудовані різні автоматизовані системи управління (АСУ), зокрема:

- інформаційно-логічні комплекси (їх називають АСУ технологічними процесами - АСУ ТП);
- інформаційно-обчислювальні комплекси (автоматизована система наукових досліджень - АСНД);
- інформаційно-діагностичні та інформаційно-контролюючі комплекси та системи.

За способом сполучення з комп'ютером системи збору даних можна поділити на:

- СЗД на основі вбудованих плат збору даних зі стандартним системним інтерфейсом (найбільш поширені інтерфейси сімейства PCI);
- СЗД на основі модулів збору даних із зовнішнім інтерфейсом (RS-232, RS-485, USB);
- СЗД, виконані у вигляді крейтів (магістрально-модульні СЗД - КАМАК, VXI);

- Групи цифрових вимірювальних приладів (ЦВП) чи інтелектуальних датчиків. Для їх організації використовуються інтерфейси: GPIB (IEEE-488), 1-wire, CAN, HART.

Основними джерелами інформації в системі домашньої автоматизації є:

- Датчики, що реєструють різні види та впливи фізичних величин;
- Автоматизовані системи обліку часу;
- Відеокамери та мікрофони;
- Пристрою вводу інформації споживачем (мікрофон, пульт управління, тощо).

Головним принципом обміну інформацією між датчиками, сенсорами та головним контролером – є передача за допомогою спеціальних стандартизованих інтерфейсів (RS-232, RS-485, ModBus, USB) або так званими шинами.

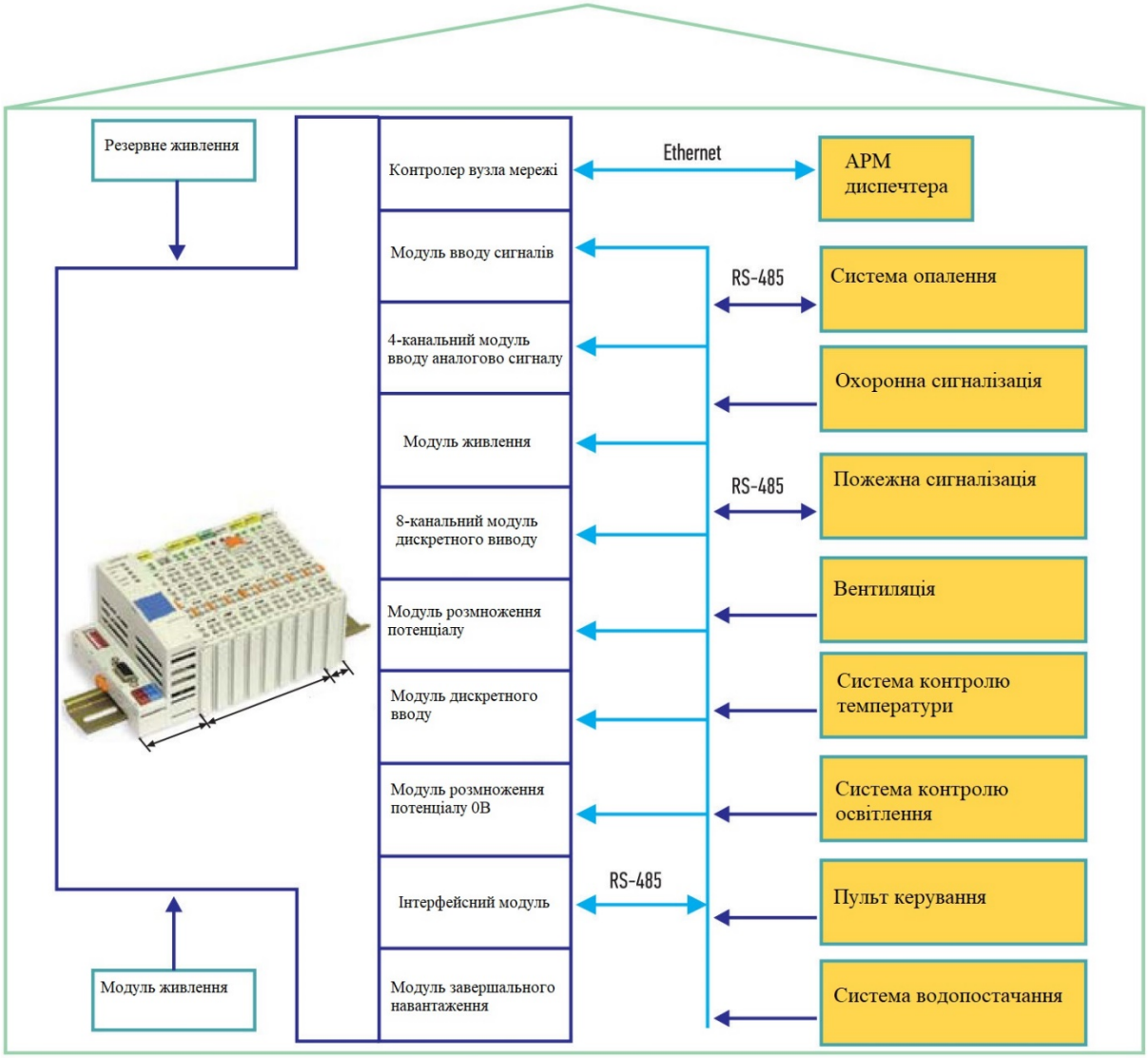

Рис.22. Структурна схема роботи системи збору даних

Шина даних — частина структури, призначена передачі даних між компонентами системи.

Існують такі типи шин в мікроелектроніці, а саме:

- Шини даних – засоби, які використовуються для передачі даних між процесором та периферією. Для передачі можуть використовуватись як послідовний, так і паралельний методи, можна передавати від одного до восьми біт за один раз. За розміром даних, які можна передати за один раз, такі шини діляться на 8, 16, 32 і навіть 64 бітні;

- Шини живлення – ці шини живлять енергією різні, підключені до них пристрої;
- Шина таймера - ця шина передає тактовий системний сигнал для синхронізації периферійних пристроїв, підключених до системи;
- Шина розширень - дозволяє підключати додаткові компоненти.

У той же час всі шини можна розділити на два типи. Це системні шини або внутрішні шини підсистеми, за допомогою яких контролер з'єднується з основними компонентами. Другий вид - це шини введення/виводу, призначені для підключення різних периферійних пристроїв. Ці шини підключаються до системної шини через міст, реалізований у вигляді мікроконтролера.

Ось найпоширеніші типи шин у комп'ютері для розширень:

ISA – Industry Standard Architecture;

PCI - Peripheral Component Interconnect;

PCI-E - Peripheral Component Interconnect Express;

PCMCIA - Personal Computer Memory Card Industry Association (також відомий як PC bus);

AGP - Accelerated Graphics Port;

SCSI – Small Computer Systems Interface.

Основним представником шин в сфері дротової передачі даних є KNX.

KNX – стандарт зв'язку для організації домашньої автоматизації та набір програмних та апаратних рішень для подібних систем.

Він має давню історію: в основі знаходиться специфікація універсальної шини European Installation Bus, що з'явилася в 90-х роках XX століття. У шини були конкуренти - стандарти EHS (European Home System) та BatiBus. Консорціуми, що розробили і просували три рішення, дійшли того, що необхідно об'єднатися

і створити більш провідну і досконалу технологію. Так у 1999 році народився протокол та асоціація KNX.

У серці системи лежить протокол передачі даних KNX. З погляду мережевої моделі OSI це розподілена однорангова мережа зі стандартним протоколом передачі у різних середовищах. До таких відносяться:

- кручена пара, швидкість передачі по ній досягає 9600 біт/с, що достатньо для відправки керуючих команд та отримання відповідей;
- лінії електроживлення (до 1200 біт/с);
- мережі tcp/ip;
- радіочастотні канали 433 та 868 МГц.

Цікавою особливістю протоколу є частковий контроль доставки сигналу: пристрій, що відправив інформаційний пакет, очікує підтвердження від відправника, а при його відсутності повторює відправку ще двічі. Таким чином, реалізується захист від збоїв на ненадійних каналах зв'язку. Для боротьби з колізіями використовується технологія CSMA/CA («множинний доступ з контролем несучої та уникнення колізій»).

Спрощена функціональна схема роботи технології:

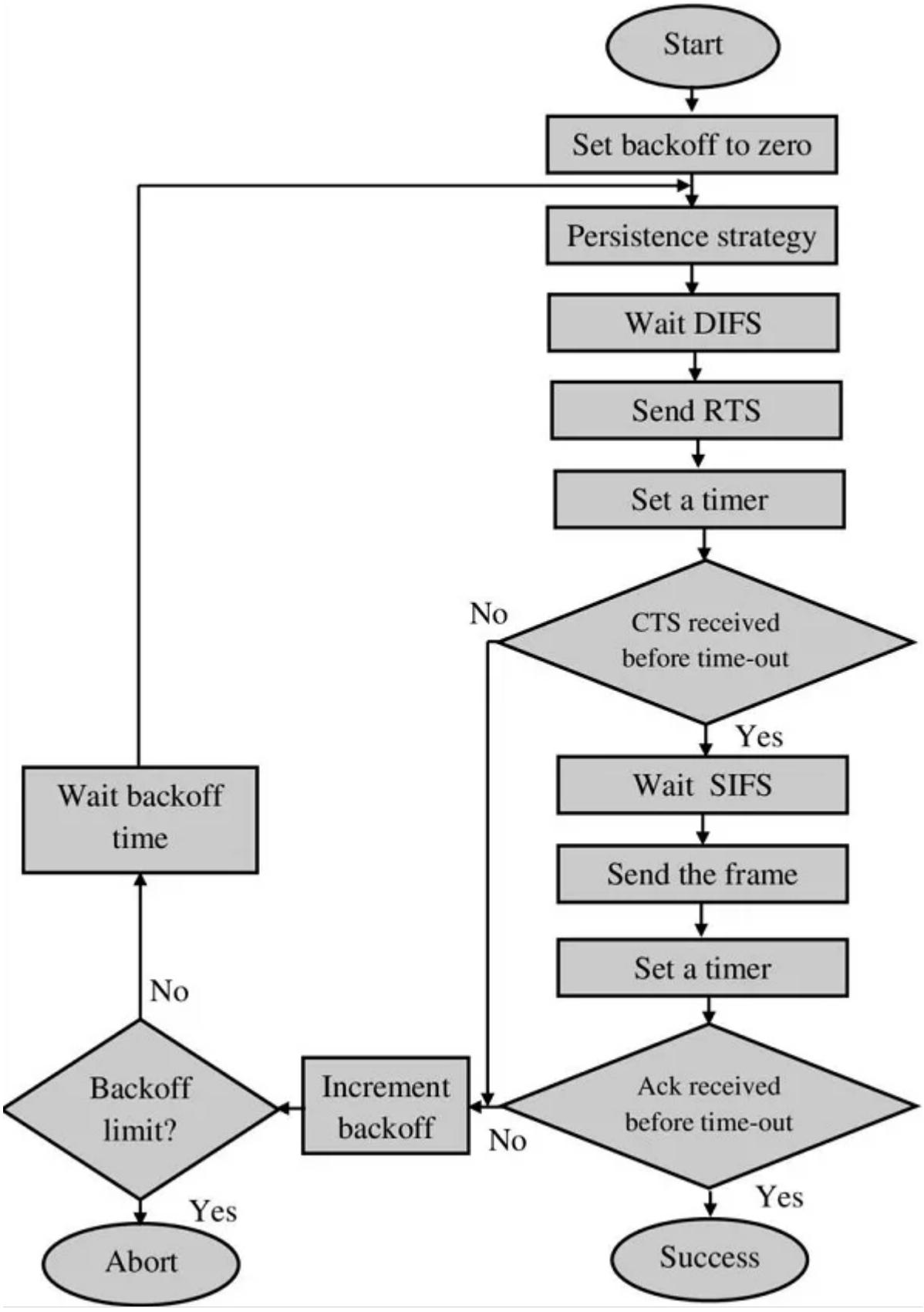

Рис.23. Функціональна схема роботи протоколу KNX (спрощена)

Ще одна цікава (і ключова) особливість KNX — відсутність обов'язкового головного пристрою, центрального контролера. Обмін даних між компонентами мережі відбувається безпосередньо. Це дає певні переваги:

- можна створювати автономні сегменти мережі, що діють на закладених на етапі програмування тригерів;
- відсутній дорогий контролер для розумного будинку, що робить комплекс дешевшим.

Але є й мінуси такого підходу — доводиться проводити велику підготовчу роботу та окремо конфігурувати кожен пристрій, для цього поставляється спеціальний інструментарій розробника Engineering Tool Software та конфігураційні файли із сайтів виробників.

KNX забезпечує функціонування всіх елементів «розумного будинку»:

- керування світлом;
- обробка інформації з різних датчиків та лічильників;
- контроль кондиціонерів та кліматичних систем;
- взаємодія з реле керувати шторами, воротами тощо;
- різні «розумні» вимикачі, димери, розетки;
- взаємодію з будь-якими пристроями через бінарні входи/виходи;
- контроль «розумного будинку» зі смартфона/ПК з локальної мережі та через Інтернет.

Устаткування KNX

В екосистемі KNX розумний будинок є набір об'єднаних загальною шиною пристроїв. Як остання можна використовувати двопровідну кручену пару, але на практиці нерідко вдаються до чотирипровідного кабелю 2×2×0.8 — такий використовують, наприклад, у пожежних сигналізаціях. Спочатку використовуються дві жили, а інші залишаються про запас для подальшого розширення [16]

Додаткова перевага такого дроту полягає в екрануванні кожної жили, отже, за наведення можна не переживати.

Дротова шина є основним середовищем передачі даних, інші (електромережа, Ethernet і радіоканал) відносяться до додаткових. Шинний принцип дає можливість реалізовувати майже будь-які топології мережі [17].

У найпростіших випадках використовується лінійна топологія з послідовним з'єднанням пристроїв (до 64 на сегмент лінії, до 4 сегментів). Приклад:

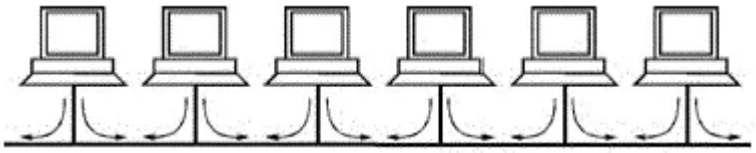

Рис.24. Послідовне підключення

Можна вдатися до «зірки» — тоді всі «гілки» сходитимуться в одній точці.

При великій кількісті обладнання рекомендується топологія «загальна шина»: лінія 0 виступить головною, а до неї приєднуються до 15 додаткових.

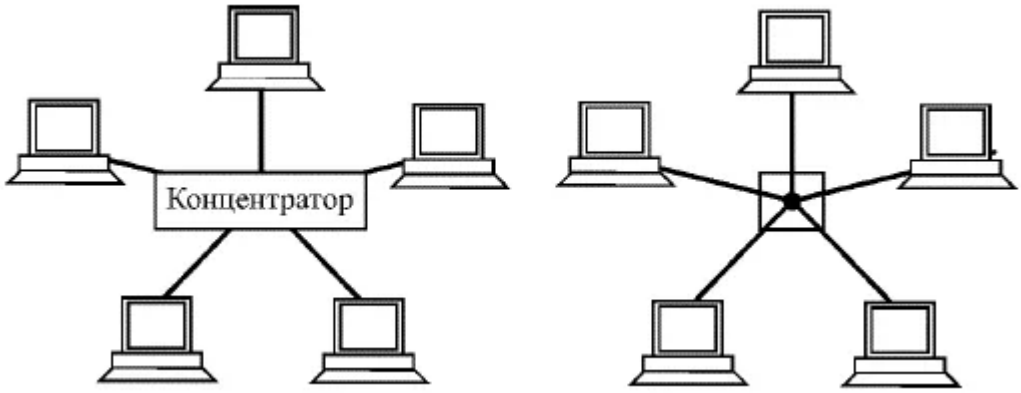

Рис.25. Топологія «зірка»

А у найскладніших ситуаціях — деревоподібна, яка об'єднує кілька областей на магістральній лінії (загалом до 15).

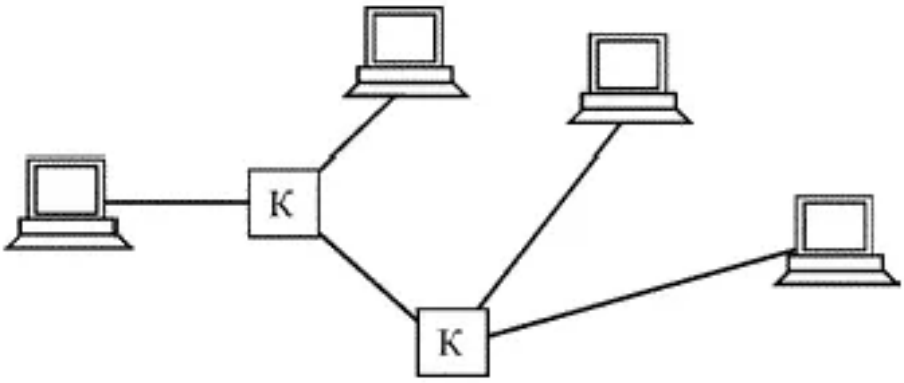

Рис.26. Топологія деревоподібна

Конструктивно будь-яка KNX-система складається з:

- виконавчих пристроїв, що управляють пов'язаними з ними системами. Вони змінюють стан сигналів від сенсорів, контролюючи підключене до них устаткування;
- системних пристроїв - джерел живлення, з'єднувачів та іншого. Це може бути репітери, шинні з'єднувачі, логічні модулі;
- сенсорів, датчиків та іншого. Вони фіксують зовнішні події та відправляють задані команди на обладнання (наприклад, при виявленні падіння температури у приміщенні нижче 20 градусів автоматично вмикається опалення).

Кожен компонент повинен бути приєднаний до шини і запрограмований (параметризований) відповідно до необхідних функцій за допомогою ETS. Монтаж багатьох пристроїв (блоків живлення, актуаторів, тощо) проводиться на стандартну DIN рейку.

У систему може бути встановлено пристрій, умовно зване контролером. Це засіб візуалізації компонентів мережі KNX, контролю та організації віддаленого доступу. До таких можна віднести, наприклад, логічний контролер з функціями IP шлюзу, ETS-KNX шлюзу та іншими можливостями.

Схема "розумного будинку" на KNX:

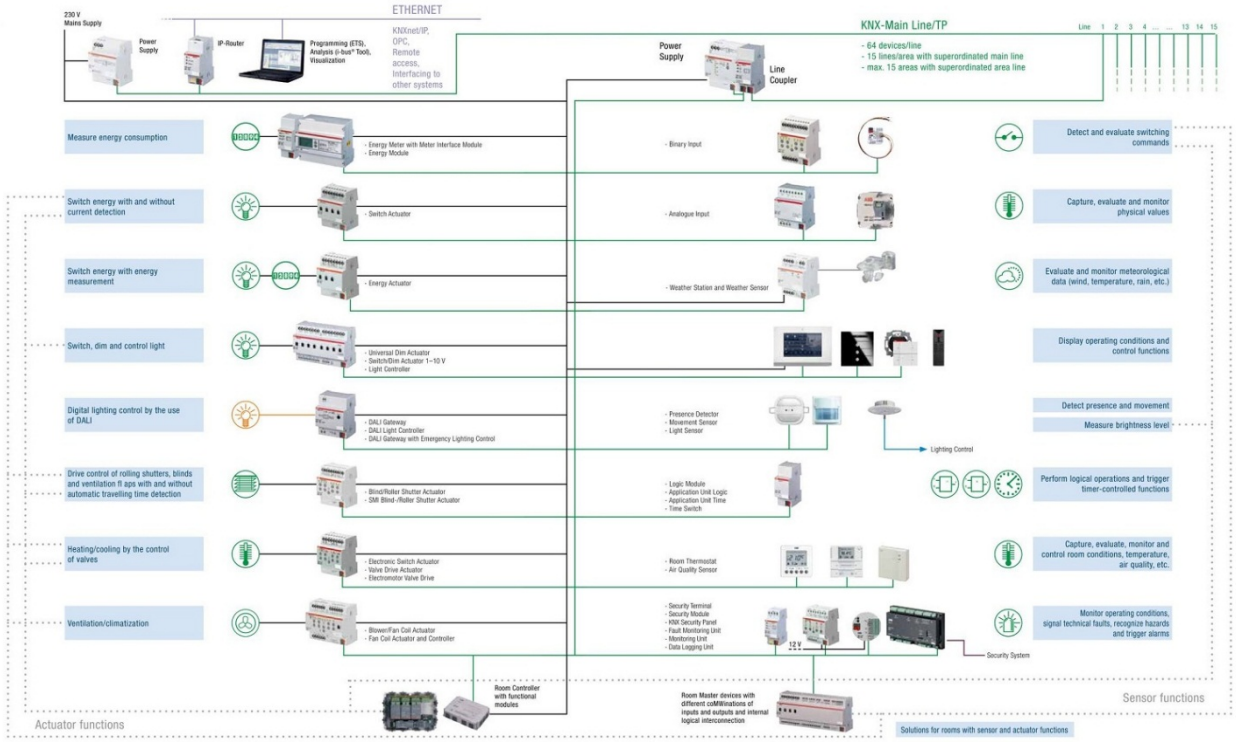

Рис.27. Структурна схема розумного будинку на KNX

2.3 Аналіз моделі інформаційної системи

Сучасна система домашньої автоматизації складається з групи підсистем, що виконують окремі функції, а саме:

- збору інформації;
- контролю стану;
- самодіагностики;
- регулювання.

Кожний елемент системи являє собою підсистему (наприклад, система управління мікрокліматом чи система контролю замкнутих дверей та вікон).

Система «розумний будинок» має модульну конструкцію і складається з функціонально розмежованих блоків з повною або частковою їхньою інтеграцією в єдину систему. Кожен модуль задіяний у виконанні строго позначених завдань, тим часом блоки можуть взаємодіяти між собою.

Кліматична система. Складається з блоків керування опаленням та вентиляцією, забезпечує підтримку заданого мікроклімату у приміщенні. Управління кліматом реалізується за допомогою оцінки показань датчиків температури та вологості. На підставі аналізу цих даних проводиться автоматичне регулювання опалення, включення або вимкнення систем кондиціювання, вентиляції та зволоження [18].

Для більшості датчиків, що використовуються в системах домашньої автоматизації вхідною величиною є фізичні процеси, які потребують подальшої обробки та перетворення у відповідний формат сигналу (цифровий). Тому існує необхідність інтеграції АЦП в конструкцію підсистеми контролю (наприклад, температури).

Яскравим прикладом даного датчика є DHT11, що має інтегрований АЦП для передачі даних на контролер, що дає можливість не вводити додатковий перетворювач до структурної схеми [19].

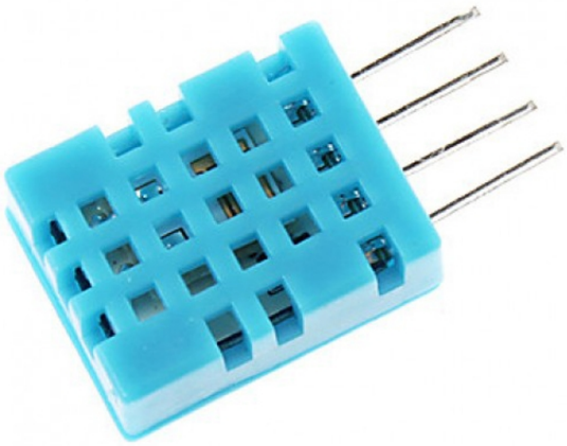

Рис.28. Датчик температури і вологості DHT11

Управління освітленням та комутацією енергоспоживачів. Реалізується за допомогою установки датчиків освітленості, присутності або суміщених. Керуючий контролер дозволяє регулювати освітлення за відповідним сценарієм [19]. Диммери дозволяють регулювати плавно яскравість джерел світла.

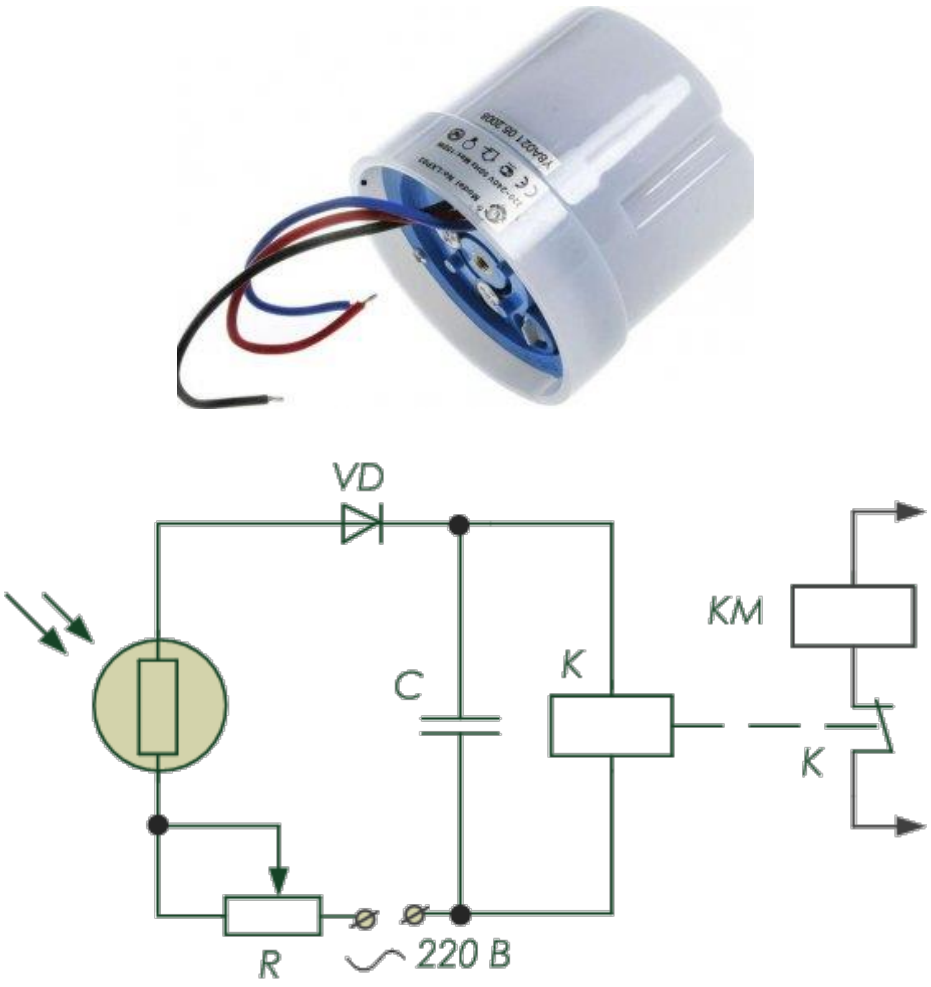

Рис.29. Датчик освітленості та схема підключення

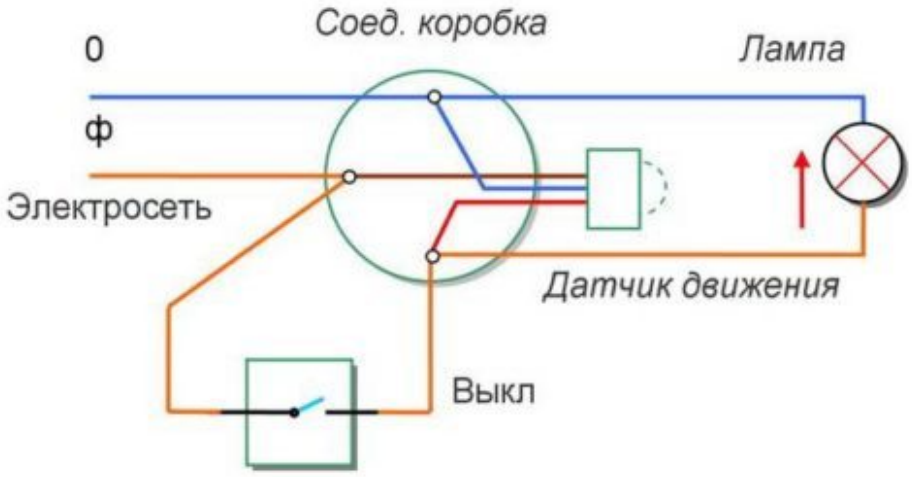

Рис.30. Схема підключення датчика руху

КТЗО (комплекс технічних засобів охорони). Система, що включає охоронно-пожежну сигналізацію, систему відеоспостереження та модулі дистанційного повідомлення власника про тривожні ситуації.

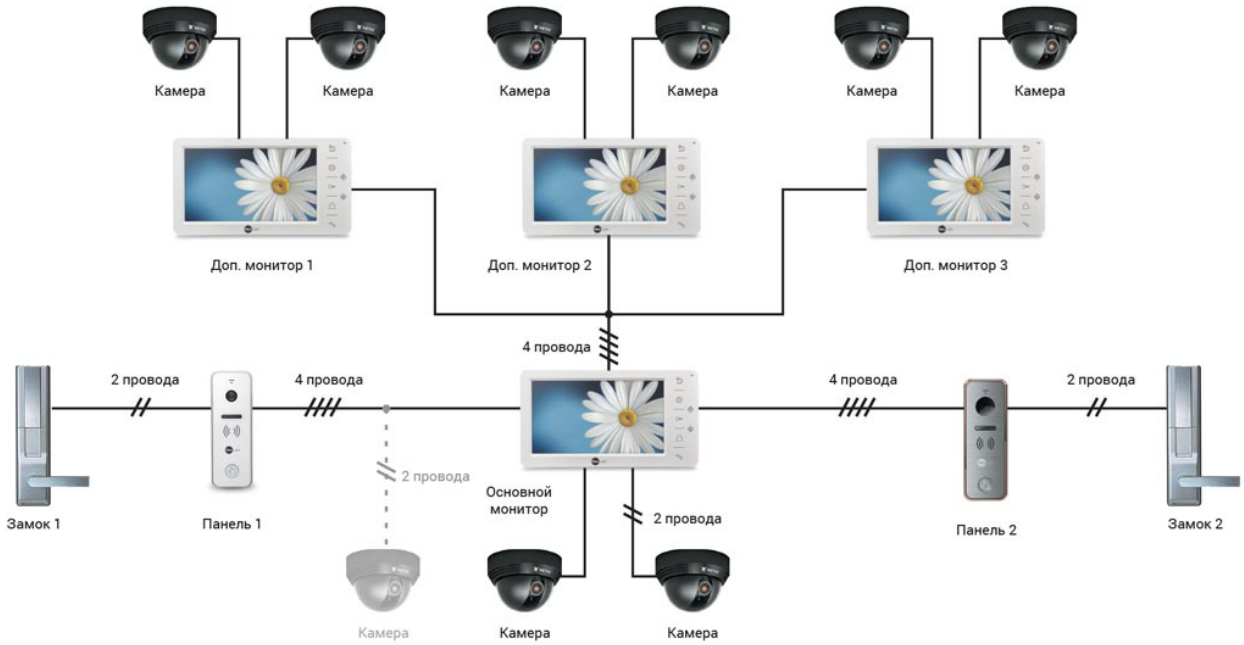

Рис.31. Структурна схема системи охоронної безпеки

Охоронно-пожежна сигналізація (ОПС). Група пристроїв-детекторів, до складу яких входять датчики присутності, що реагують на появу в контрольованій зоні ІЧ-випромінювання, властивого тілу людини. Для контролю відкриття дверей та вікон використовують магнітоконтактні датчики.

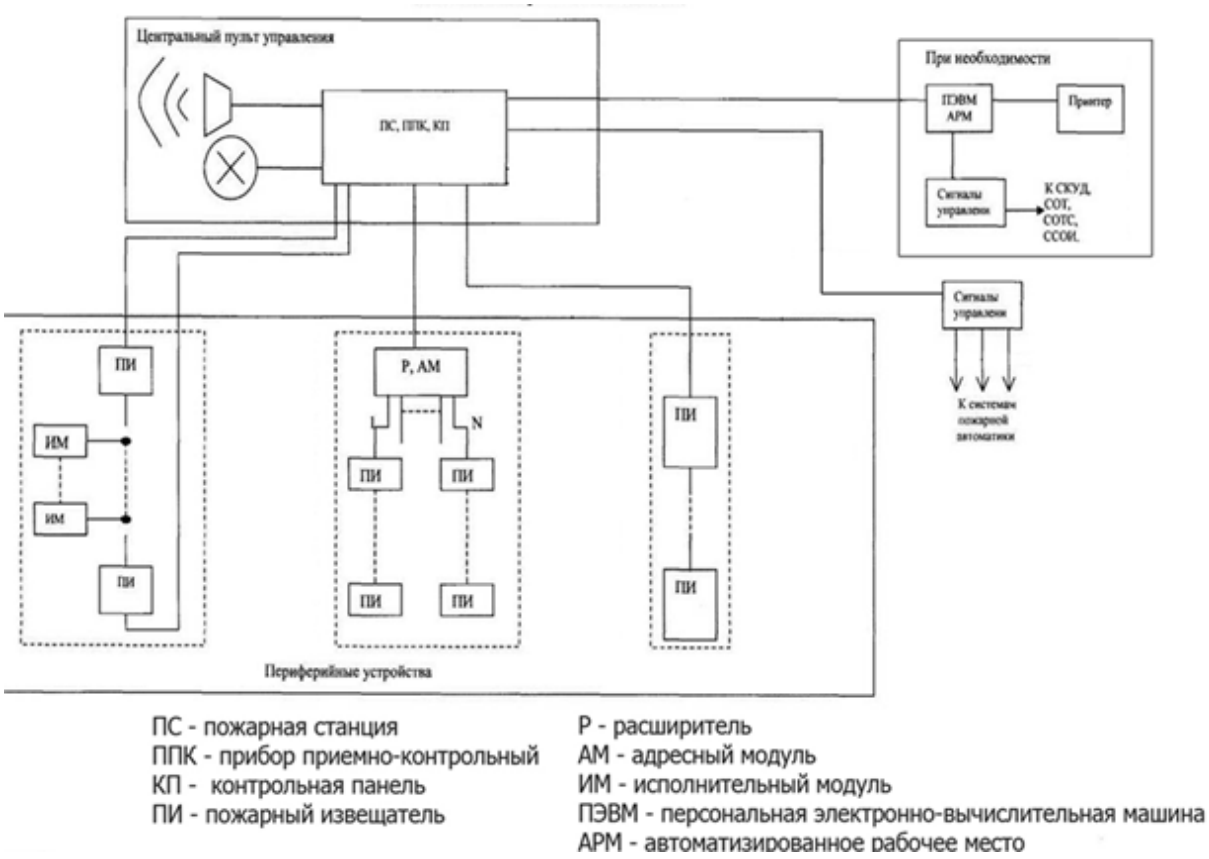

Рис.32. Структурна схема пожежної безпеки

Система пожежної безпеки оснащена датчиками диму, витоку газу та температури. Сучасні системи ОПС оснащені модулем радіозв'язку, що дозволяє повідомляти за допомогою технологій GSM або 3G. ОПС дозволяє підключення додаткових електроприладів через відповідне реле, що під час тривоги може блокувати двері, вмикати освітлення, активувати сирену і т.п. Іноді до складу ОПС додають датчик вологості для того , щоб контролювати протіканню води та запобігти подальших наслідків [20].

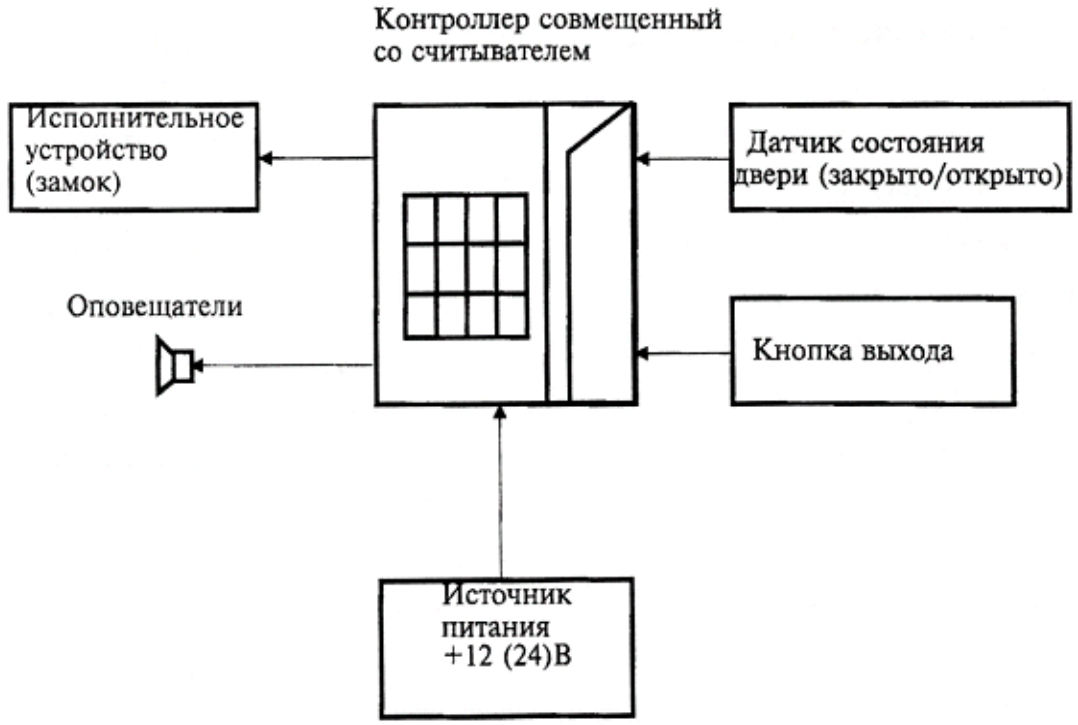

Рис.33. Схема системи контролю доступу

Система контролю доступу. Складається з пристроїв ідентифікації, безпосередньо ідентифікаторів (електронні ключі, радіомітки, відбиток пальця), блокування (замок, шлагбаум, автоматичні ворота) і призначена для розмежування доступу в приміщення або на територію.

Система відеоспостереження. Являє собою комплекс, що складається з відеокамер та пристрої обробки та зберігання відеосигналу.

Система обліку, збирання та зберігання даних. У основне завдання модуля входить збір інформації з приладів контролю, фіксація різних подій та надання даних для аналізу з метою самодіагностики комплексу. Найчастіше даний функціонал реалізується з допомогою управляючого контролера з допомогою відповідного програмного забезпечення.

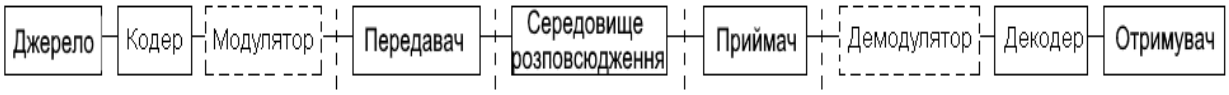

Рис.34. Структурна схема каналу зв’язку

Канали зв'язку. Як канали передачі даних використовуються мережі, що працюють з протоколом TCP/IP у провідному або бездротовому виконанні. Для інтеграції в мережу приладів, що мають спеціалізовані інтерфейси, використовуються відповідні конвертери.

Каналом зв’язку є локальна мережа, виконана за дротовою або бездротовою технологією. Для управління використовується маршрутизатор, що дозволяє контролювати всі мережеві пристрої та забезпечувати захист від несанкціонованого доступу до кожного з них. Сучасні технології високошвидкісної передачі дозволяють одночасне використання мережі обмінюватись інформацією між комп'ютерами, передачі сигналів IP-телебачення, телефонії, роботи компонентів «розумного будинку».

У системах «розумний будинок» часто використовуються пристрої, які не взаємодіють з усім комплексом. Це можуть бути прилади для автоматичного збирання (роботи-пилососи), системи автоматичного поливу рослин, годування домашніх тварин та багато іншого.

Подібні прилади автономні, але їх інтеграція з системою цілком можлива за допомогою простого увімкнення до системи з управляючим контролером [21].

2.4. Оптимізація підсистем каналів збору даних від сповіщувачів

Сучасні технології збору даних застосовуються як в дослідницьких цілях, так і в задачах автоматизації та задачах автоматичного регулювання. Збір даних відбувається за допомогою контролерів з послідовними і паралельними портами на основі стандартних шин (PCI, PXI, CompactPCI, PCMCIA,

FireWire) [22]. Іноді використовуються дистанційні пристрою збору даних, а іноді ці пристрої вбудовуються в контролер та передають інформацію напряму. Існує велике різноманіття побудови даних систем, які відрізняються, починаючи з постановлених задача, закінчуючи характеристиками. Тому існує для окремих задач краще доцільно обирати ПЗД задля підвищення ефективності функціонування.

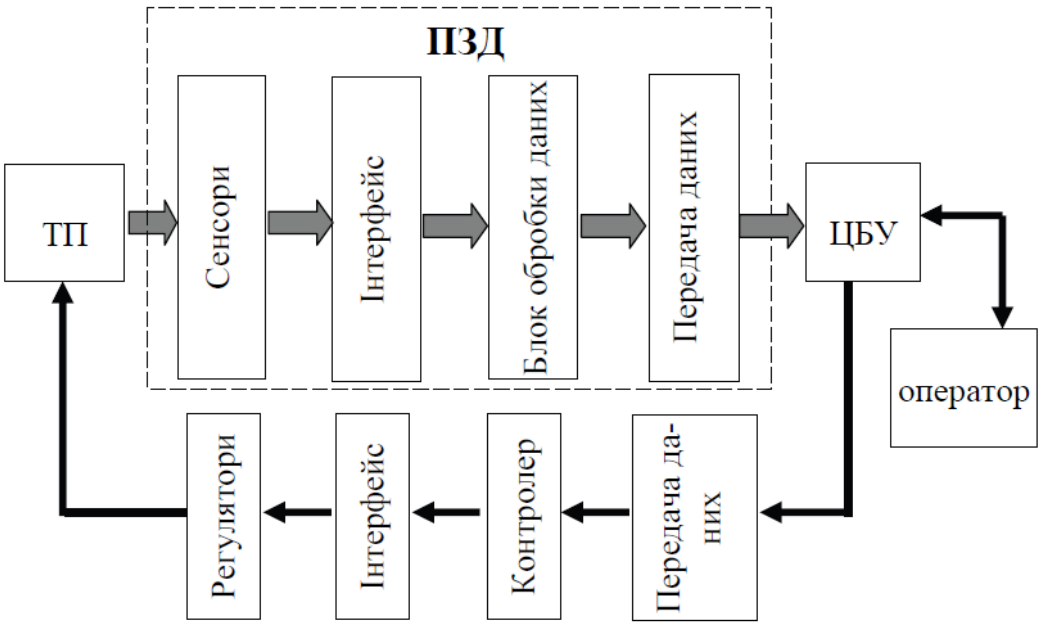

Рис.35. Структурна схема ПЗД в автоматизованій системі управління

Основними критеріями при створенні автоматизованого системи управління «розумний будинок» є надійність та ефективність каналів збору даних.

Основним елементом обробки інформації є мікропроцесор, що дає змогу організувати розподілену обробку інформації, при якій мікропроцесор пов’язаний з вимірювальними перетворювачами і здатні виконувати обробку вимірювань. У таких системах функції керування та обробки інформації розподіляються між периферійними пристроями , а окремі мікропроцесори об’єднуються в систему обробки за допомогою каналу послідовної передачі даних.

Канал моніторингу руху

Датчик руху

Основним принципом роботи датчика YN-8 є реагування на температуру за допомогою ІЧ-сенсора.

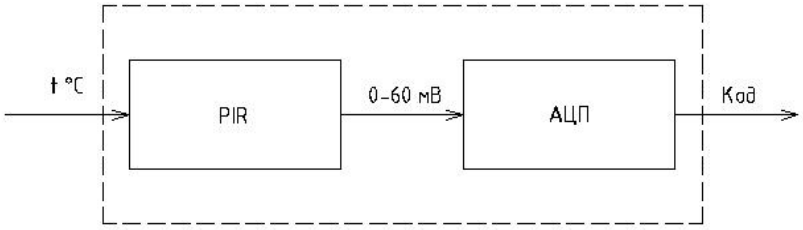

Рис.36. Датчик руху

Табл.17. Характеристики вимірювального каналу

Діапазон вимірювань	10 … 55 °C
Вихідний сигнал , Uвих	0 … 60 мВ
Основна похибка	0.1%
Швидкодія	0.02 с.
Похибка комутатора	0.07%
Швидкодія комутатора	0.05 с.

Канал моніторингу розбиття вікон.

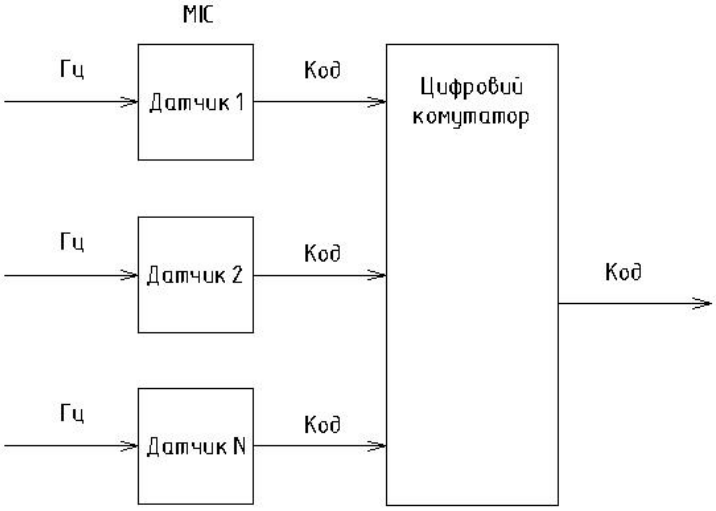

Рис.37. Канал моніторингу розбиття вікон

Датчик розбиття вікон

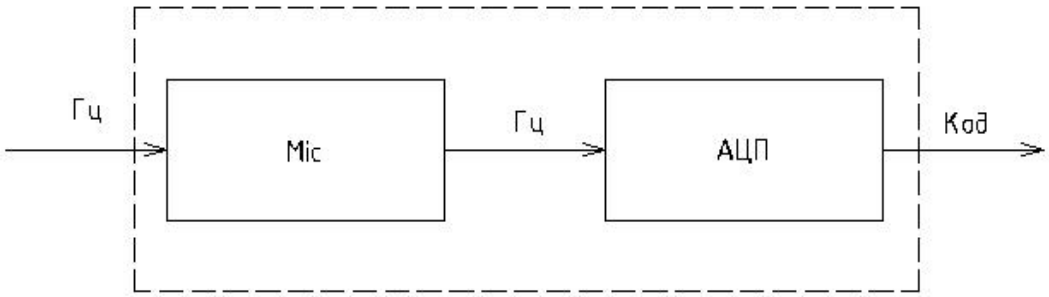

Рис.38. Датчик розбиття вікон

Табл.18. Характеристики вимірювального каналу

Діапазон вимірювань	20 Гц … 20кГц
Вихідний сигнал , Uвих	0.8 , 2.4 В
Основна похибка	0.15%
Швидкодія	0.2 мкс.
Похибка комутатора	0.07 %
Швидкодія комутатора	0.05 с.

Розрахунок основної похибки найменш точного ВК.

Найменш точним вимірювальним каналом є канал вимірювання температури, похибка якого визначається похибкою первинного перетворювача.

Похибки температурного ВК наступні:

$\Delta_{\text{датчика}} = 0.5\%$;

$\Delta_{\text{УВП}} = 0.05\%$;

$\Delta_{\text{АК}} = 0.04\%$;

$\Delta_{\text{АЦП}} = 0.25\%$.

Сумарна похибка вимірювального каналу температури визначається за формулою:

$$\Delta_{\text{ВК}} = \sqrt{\Delta^2_{\text{датчика}} + \Delta^2_{\text{УВП}} + \Delta^2_{\text{АК}} + \Delta^2_{\text{АЦП}}} = \sqrt{0.5^2 + 0.05^2 + 0.04^2 + 0.25^2} = 0.56\ \% \quad (1)$$

Розрахунок швидкодії найповільнішого ВК.

Швидкодія найповільнішого каналу впливає на час повного циклу опитування та вимірювання. Найповільнішим є температурний канал, так як реакція на зміну температури є досить інертною.

Основні характеристики швидкодії каналу:

$t_{\text{датчика}} = 0.5$ с. ;

$t_{\text{УВП}} = 0.05$ с. ;

$t_{\text{АК}} = 0.04$ с. ;

$t_{\text{АЦП}} = 0.25$ с. .

Швидкодія опитування вимірювального каналу температури визначається за формулою:

$$t_{\text{ВК}} = \sqrt{t^2_{\text{датчика}} + t^2_{\text{УВП}} + t^2_{\text{АК}} + t^2_{\text{АЦП}}} = \sqrt{0.35^2 + 0.001^2 + 0.01^2 + 0.00001^2} =$$

0.35 с (2)

Послідовне опитування усіх каналів вимірювання температури дорівнює:

$$t_{5t^\circ} = 0.35 * 5 = 1.75\ c.$$

Скоротимо час опитування датчиків температурного каналу , використовуючи асинхронний запуск с кроком 0.1 с.

Отримуємо сумарний час опитування за формулою:

$$t_{5t} = t_{t^\circ} + (5-1)x\ \Delta t_{\text{зсуву}} = 0.35 + 4\ x\ 0.1 = 0.385 \text{ с.}\ (3)$$

Розрахуємо похибки та швидкодії для інших вимірювальних каналів, тоді:

Датчик руху

$\Delta_{\text{датч}} = 0.1\%$;

$\Delta_{\text{АЦП}} = 0.25\%$;

$\Delta_{\text{ЦК}} = 0.07\%$;

$t_{\text{датч}} = 0.02c.$;

$t_{\text{АЦП}} = 0.00001c.$;

$t_{\text{ЦК}} = 0.05c.$;

$$\Delta_{\text{руху}} = \sqrt{\Delta^2_{\text{датч}} + \Delta^2_{\text{АЦП}} + \Delta^2_{\text{ЦК}}} = \sqrt{0.1^2 + 0.25^2 + 0.07^2} = 0.28\ \%\ (4)$$

$$t_{\text{руху}} = \sqrt{t^2_{\text{датч}} + t^2_{\text{АЦП}} + t^2_{\text{ЦК}}} = \sqrt{0.02^2 + 0.00001^2 + 0.05^2} = 0.053 \text{ с.}\ (5)$$

Загальний час опитування датчиків руху складає : $t_{4t^\circ} = 0.053 * 4 = 0.212\ c.$

Датчик розбиття

$\Delta_{\text{датч}} = 0.15\%$;

$\Delta_{\text{АЦП}} = 0.25\%$;

$\Delta_{\text{ЦК}} = 0.07\%$;

$t_{\text{датч}} = 0.00002c.$;

$t_{\text{АЦП}} = 0.00001c.$;

$t_{\text{ЦК}} = 0.05c.$;

$$\Delta_{\text{розбиття}} = \sqrt{\Delta^2_{\text{датч}} + \Delta^2_{\text{АЦП}} + \Delta^2_{\text{ЦК}}} = \sqrt{0.15^2 + 0.25^2 + 0.07^2} = 0.3\ \% \quad (6)$$

$$t_{\text{розбиття}} = \sqrt{t^2_{\text{датч}} + t^2_{\text{АЦП}} + t^2_{\text{ЦК}}} = \sqrt{0.00002^2 + 0.00001^2 + 0.05^2} = 0.05\ \text{с.} \quad (7)$$

Загальний час опитування датчиків розбиття складає : $t_{3t^\circ} = 0.05 * 3 = 0.15\ c.$

Оптимізація інтелектуальної вимірювальної системи.

Система повинна забезпечити інформаційну оцінку точності і роботи не нижче ніж 12 умовних одиниць, а вартість повинна бути найменшою з систем, які задовольняють вимоги точності та надійності [23].

Інформаційно-вимірювальна система, що проектується, повинна виконувати функції щодо вимірювання та обробки трьох параметрів:

- контроль температури повітря -20...+40 °С ;
- контроль руху, ІЧ діапазон 8...12 мкм ;
- контроль розбиття вікон 20 Гц…20 кГц.

При розв’язанні завдання усі величини подаються в умовних відносин одиницях.

Табл.19. Вхідні дані

Номер/ Найменування	Діапазон вимірювань, умов.од.	Верхня частота зрізу	Максимальна похибка	Примітка
1. Температура повітря	1…20	1	1.2	5 підсистем
2. Рух	4.5…24	1.5	0.5	3 підсистеми
3. Вібрації	0.5…50	1.2	0.75	3 підсистеми

Модель оптимізації:

$$\sum_{j=1}^{N} d_j x_j \to min \tag{8}$$

$$\sum_{i=1}^{N} a_{ij} x_j \le b, \qquad i = 1, k; \tag{9}$$

$$\sum_{j \in E_i} x_j = 1, \qquad i = 1, M; \tag{10}$$

$$x_j = 0 \text{ або } 1 \,, j = 1, N. \tag{11}$$

Де, k – кількість техніко-економічних показників , на які накладено обмеження (точність та надійність) ; $d_j -$ критерій якості ; $a_j -$ значення техніко-економічного показника роботи одиниці апаратури; $b_j -$ обмеження; $E_j -$підмножина індексів, які описують пристрої, блоки, елементи підсистеми.

В обмежені (10) зазначено, що кожній функції необхідно обрати одну підсистему , що призводить до обмежень типу $\sum_{j \in E_i} x_j = N_i$, де $N_i -$ кількість систем для виконання i-ї функції.

Вимірювання температури

Табл.20. Вимірювання температури

Умовний номер підсистеми	Діапазон Dj	Частота спектра Fmax	Похибка σ	Примітка
1	1…16	1	1.2	Не підходить
2	1…20	1	1.2	
3	1…20	1	1.1	
4	1…20	1	1	
5	2… 22	1	1.5	Не підходить

Визначимо кількість інформації, що надходить за одиницю часу при безперервній роботі за формулою:

$$I_j = 2F_{max} lg \frac{D_j}{\sigma_j} \quad (12)$$

$I_2 = 2lg\frac{20}{1.2} = 2 * 1.22 = 2.44$; $I_3 = 2lg\frac{20}{1.2} = 2 * 1.26 = 2.52$;

$I_4 = 2lg\frac{20}{1.2} = 2 * 1.3 = 2.6.$

Далі визначимо інтенсивність відмов у робочий період для кожної із підсистем:

Умовний номер підсистеми	Імовірність відмов	Час безвідмовної роботи, P_j	Вартість в умовних одиницях, C_j
2	0.99	1	1.4
3	0.965	1	1.15
4	0.97	1	1.2

$$\lambda_j = (-lnP_j)/T \quad (13)$$

де, $\lambda_j -$ інтенсивність відмов, $P_j -$ імовірність безвідмовної роботи; Т – час безвідмовної роботи, що дорівнює одній умовній одиниці часу.

Тоді отримуємо :

$\lambda_2 = -\frac{\ln(0.99)}{1} = 0.01;$

$\lambda_3 = -\frac{\ln(0.965)}{1} = 0.0356;$

$\lambda_4 = -\frac{\ln(0.97)}{1} = 0.03.$

Введемо змінні при наступному опису моделей оптимізації:

$x_2 -$ друга підсистема;

$x_3 -$ трєтя підсистема;

$x_4 -$ четверта підсистема.

Вимірювання руху

Табл.21. Вимірювання руху

Умовний номер підсистеми	Діапазон Dj	Частота спектра Fmax	Похибка σ	Примітка
1	3…30	1.5	0.45	
2	8…26	1.5	0.4	Не підходить
3	4.5…25	1.5	0.35	

Умовний номер підсистеми	Імовірність відмов	Час безвідмовної роботи, P_j	Вартість в умовних одиницях, C_j
1	0.9875	1	1.5
3	0.972	1	1.4

Для розрахунку використовуємо вирази (12), (13), тоді отримуємо:

$$I_5 = 2 * 1.5 * lg\frac{30}{0.45} = 2 * 1.5 * 1.823 = 2.44;$$

$$I_6 = 2 * 1.5 * lg\frac{25}{0.35} = 2 * 1.5 * 1.853 = 2.52;$$

$$\lambda_5 = -\frac{\ln(0.9875)}{1} = 0.012;$$

$$\lambda_6 = -\frac{\ln(0.972)}{1} = 0.0283.$$

Обозначимо підсистеми в якості змінних:

$x_5 -$ п′ята підсистема;

$x_6 -$ шоста підсистема.

Вимірювання вібрацій

Табл.22. Вимірювання вібрації

Умовний номер підсистеми	Діапазон Dj	Частота спектра Fmax	Похибка σ	Примітка
1	1…45	1.2	0.3	Не підходить
2	0.5…60	1.2	0.49	
3	0.4…52	1.2	0.42	

Умовний номер підсистеми	Імовірність відмов	Час безвідмовної роботи, P_j	Вартість в умовних одиницях, C_j
2	0.97	1	1.3
3	0.982	1	1.5

За виразами (12), (13), розраховуємо і отримуємо:

$$I_7 = 2 * 1.2 * lg\frac{60}{0.49} = 2 * 1.2 * 2{,}087 = 5{,}011;$$

$$I_8 = 2 * 1.2 * lg\frac{52}{0.42} = 2 * 1.2 * 2{,}092 = 5{,}02;$$

$$\lambda_7 = -\frac{\ln(0.97)}{1} = 0.03;$$

$$\lambda_8 = -\frac{\ln(0.982)}{1} = 0.018.$$

Обозначимо підсистеми в якості змінних:

$x_7 -$ сьома підсистема;

$x_8 -$ восьма підсистема.

Табл.23. Дані моделей оптимізації

Номер підсистеми	Номер параметру	Змінна	Інформаційна оцінка	Інтенсивність відмов	Вартість
		x_j	I_j	λ_j	C_j
2	1	X2	2.443	0.010	1.4
3	1	X3	2.519	0.0356	1.15
4	1	X4	2.602	0.0304	1.2
5	2	X5	5.471	0.0125	1.5
6	2	X6	5.561	0.028	1.4

7	3	X7	5.011	0.03	1.3
8	3	X8	5.022	0.0175	1.5

Використовуючи вирази (8-11) запишемо модель оптимізації :

$$\begin{pmatrix} 1{,}4 * x_2 + 1{,}15 * x_3 + 1{,}2 * x_4 + 1{,}5 * x_5 \\ +1{,}4 * x_6 + 1{,}3 * x_7 + 1{,}5 * x_8 \end{pmatrix} \rightarrow min$$

За умов:

$$2.443 * x_2 + 2.519 * x_3 + 2.602 * x_4 + 5.471 * x_5 + 5.561 * x_6 + 5.011 * x_7 + 5.022 * x_8 \geq 12;$$

$$0.01 * x_2 + 0.0356 * x_3 + 0.0304 * x_4 + 0.0125 * x_5 + 0.028 * x_6 + 0.03 * x_7 + 0.0175 * x_8 \leq 0.04;$$

$$x_2 + x_3 + 2.602 * x_4 = 1;$$

$$x_5 + x_6 = 1;$$

$$x_7 + x_8 = 1; x_j = 0 \text{ або } 1, j = 2{,}8.$$

В результаті розрахунку моделі симплекс методом були визначені наступні дані [оптимізація]:

$$x2 = 1; x3 = 0; x4 = 0; x5 = 1; x6 = 0; x7 = 0; x8 = 1.$$

Таким чином було обрано підсистеми під номерами 2, 5, 8.

При цьому параметр температури вимірюється підсистемою 2 , яка працює в діапазоні 1…20 ум.од. , що визначається як -20…+40 °С, з похибкою , яка не перевищує 0,010.

Параметр руху вимірюється підсистемою 5 , яка працює в діапазоні 3…30 ум.од. , що означає 8…12 мкм, з похибкою , яка не перевищує 0,0125.

Параметр руху вібрації вимірюється підсистемою 8 , яка працює в діапазоні 0,4…52 ум.од. , що визначається як 8 Гц…24 кГц, з похибкою , яка не перевищує 0,0175.

Загальна кількість інформації, що надходить за одиницю часу визначається сумою усіх оцінок, тоді :

$$I = \sum_{j}^{M} I_j = 2.443 + 5.471 + 5.022 = 12.936,$$

$$\geq 12, \text{що відповідає поставленій умові.}$$

Інтенсивність відмов, визначається співвідношенням:

$$\lambda = \sum_{j}^{M} \lambda_j = 0.010 + 0.0125 + 0.018 = 0.0395,$$

$$\leq 0.04, \text{що відповідає поставленій умові.}$$

2.5. Забезпечення енергоефективності підсистем.

Сумарна споживана потужність складається з потужності, яка вживана кожним окремим пристроєм, що входить в гібридну систему домашньої автоматизації. При цьому, потужність, що споживає вся система можна розділить на 2 категорії : потужність в черговому режимі і потужність в активному режимі [24].

Потужність ,що споживає один сповіщувач P_i виражається за формулою:

$$P_i = U_{\text{жив}} * I_{\text{жив}}, \text{ де} \qquad (14)$$

$I_{\text{жив}}$ – струм, споживаний сповіщувачем, А ;

$U_{\text{жив}}$ – напруга сповіщувача, В .

Маємо для датчика температури «TD-1» № 1:

$P_1 = 12 * \ 0.015 = 0.18$ Вт в черговому режимі,

$P_1 = 12 * \ 0.05 = 0.6$ Вт в режимі тривоги.

Маємо для датчика руху «YN-8» № 2:

$P_2 = 12 * \ 0.045 = 0.54$ Вт в черговому режимі,

$P_2 = 12 * \ 0.16 = 1.92$ Вт в режимі тривоги.

Маємо для датчика розбиття скла «GB-3» № 3:

$P_3 = 12 * \ 0.012 = 0.144$ Вт в черговому режимі,

$P_3 = 12 * \ 0.1 = 1.2$ Вт в режимі тривоги.

Врахуємо втрату потужності в провіднику:

$$P_{i_\text{втр}} = \ R_\text{к} + \ I_\text{жив}^2 \ \text{, де} \qquad (15)$$

$I_\text{жив}$ – струм, споживаний сповіщувачем, А ;

$R_\text{к}$ – опір провідника, Ом.

Маємо втрата потужності датчика «TD-1» № 1 :

$P_{1_\text{втр}} = \ 0.7 + \ 0.015^2 = 0.700225$ Вт $= 700.2$ мВт , в черговому режимі,

$P_{1_\text{втр}} = \ 0.7 + \ 0.05^2 = 0.7025$ Вт $= 702.5$ мВт , в режимі тривоги.

Маємо втрата потужності датчика «YN-8» № 2 :

$P_{2_\text{втр}} = \ 0.7 + \ 0.045^2 = 0.702025$ Вт $= 702.025$ мВт , в черговому режимі,

$P_{2_\text{втр}} = \ 0.7 + \ 0.16^2 = 0.7256$ Вт $= 725.6$ мВт , в режимі тривоги.

Маємо втрата потужності датчика «GB-3» № 3 :

$P_{3_\text{втр}} = \ 0.7 + \ 0.012^2 = 0.700144$ Вт $= 700.144$ мВт , в черговому режимі,

$P_{З_втр} = 0.7 + 0.1^2 = 0.71$ Вт $= 710$ мВт , в режимі тривоги.

Результати всіх розрахунків наведені в таблиці:

Потужність, споживана сповіщувачами

	Черговий режим		Режим тривоги	
№ сповіщувача	Потужність на сповіщувачі, Вт	Втрата потужності в проводі, Вт	Потужність на сповіщувачі, Вт	Втрата потужності в проводі, Вт
1-1	0,18	0,700225	0,6	0,7025
1-2	0,192	0,700256	0,72	0,7036
2-1	0,54	0,702025	1,92	0,7256
2-2	0,6	0,7025	2,016	0,728224
2-3	0,72	0,7036	2,16	0,7324
3-1	0,144	0,700144	1,2	0,71
3-2	0,162	0,70018225	1,74	0,721025

Сумарна вживана потужність сповіщувачами розраховується за формулою

$$P_{\text{сум}} = \sum P_i \qquad (16)$$

де $P_{\text{сум}}$ – сумарна вживана потужність, Вт ;

P_i – потужність, вживана і-ми сповіщувачами, Вт.

Потужність, необхідна сповіщувачам в черговому режимі дорівнює 7.446 Вт.

Потужність, необхідна сповіщувачам в режимі тривоги дорівнює 15.37 Вт.

Дані про потужність, що споживають інші пристрої наведені в таблиці.

Потужність, вживана пристроями інформаційної системи

	Режими	
	Черговий	Тривога
Сповіщувачі	7,446 Вт	15,37 Вт
«Оріон-2»	1 Вт	2 Вт
«Сигнал-20П»	0,3 Вт	6 Вт
Сумарна потужність	8,746 Вт	23,37 Вт

Також «Оріон-2» оснащений власним БЖ, який здатний забезпечувати номінальну напругу 12 В при номінальному струмі навантаження не більше ніж 350 мА.

Струм споживання системи Іп.д. від резервного джерела живлення в черговому режимі [20]:

$$I_{\text{п.д}} = I_{\text{н.д}} + K \sum_{j=1}^{r} I_{\text{ш}\,j} \qquad (17)$$

де I н.д. - початковий струм приймально-контрольного приладу в черговому режимі;

I ш j - струм, що протікає в j-му шлейфі;

r - кількість використовуваних шлейфів;

К - коефіцієнт перетворення, К = 2.

$$I_{\text{ш}\,j} = I_{\text{нш}\,j} + I_{\text{нагр ш}\,j} \qquad (18)$$

де I нш j - початковий струм в шлейфі без сповіщувачів з підключеним кінцевим елементом;

I нагр ш j - струм навантаження шлейфу з пожежними енергоспоживаючими сповіщувачами різних видів (визначається за формулою (8)).

Струм споживання системи в режимі "Тривога" I п.п (при включенні пристроїв пожежної автоматики):

$$I_{\text{п.п}} = I_{\text{н.д}} + K\left(\sum_{j=1}^{r} I_{\text{ш}\,j} + \sum_{z=1}^{s} I_{\text{a}\,z}\right) \quad (19)$$

де Iaz - струм споживання z-й лінії пуску автоматики;

s - загальна кількість ліній пуску.

Час роботи системи сигналізації T в автономному режимі (від резервного джерела постійного струму - акумулятора) визначається за допомогою виразів:

в черговому режимі:

$$T = M\frac{C}{I_{\text{п.д}}} \quad (20)$$

Тоді маємо:

T=1,1*(250/10)=27,5 – 27 години 30 хвилин.

в режимі "Тривога":

$$T = M\frac{C}{I_{\text{п.п}}} \quad (21)$$

Тоді отримуємо:

T=1,1*(250/30)=9,16 – 9 годин 10 хв.

Одної батареї 250000 мАг достатньо для автономної роботи пожежної сигналізації.

де С - ємність акумуляторної батареї;

М - поправочний коефіцієнт:

М = 1,1 при С / І п.д. (п.п.)> 10;

М = 1 при 10> С / І п.д. (п.п.);

М = 0,75 при 4> С / І п.д. (п.п.)> 1;

М = 0,5 при С / І п.д. (п.п) <1.

Ємність акумуляторної батареї повинна відповідати умові тривалості роботи системи пожежної сигналізації в черговому режимі не менше 24 годин, в режимі "Тривога" - не менше 3 годин.

Тривалість роботи ПКП системи охоронної сигналізації при відсутності напруги мережі повинна бути не менше 4 годин.

2.6. Розрахунки рівнів сигналів в лініях зв'язку.

Розрахунок рівня сигналу проводиться для двох режимів роботи мережі охоронної сигналізації [25]:

1. **Черговий режим** (всі сповіщувачі замкнуті , струм максимальний)
2. **Режим «Тривога»** (всі сповіщувачі розімкнуті, струм мінімальний)

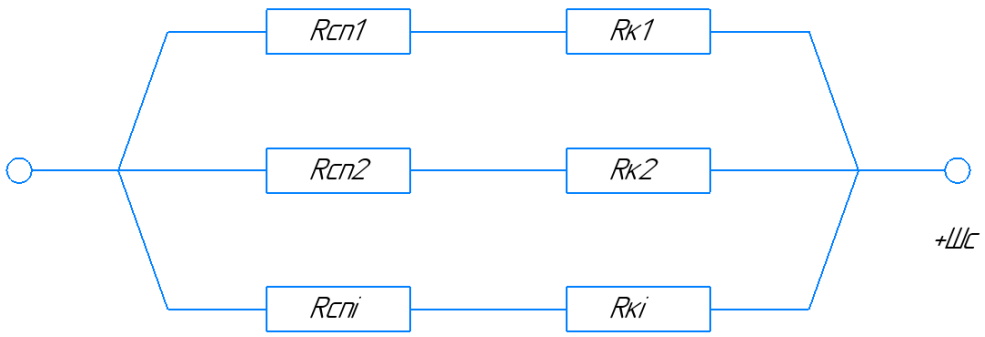

Рис.39. Схема заміщення сигнальних ліній ОС

Де Rсп – опір сповіщувача , Rк – опір провідника.

Режими	**«TD-1»**	**«YN-8»**	**«GB-3»**
Черговий	15мА	5мА	12мА
Тривога	50мА	16мА	100мА

Рекомендований діапазон напруги 12-22 В і дорівнює 12 В.

В якості кабелю був обраний чотирьохпрохідний кабель КСПВ 4*0.5.

Електричний опір струмопровідної жили не більше 140 Ом / км.

Рівень сигналу розраховується за формулою :

$$R_{\text{к}} = R_{\text{А_Л}} * L \ (22)$$

де, $R_{A_Л}$ – активний опір лінії Ом / м ,

L – максимальний довжина СЛ, м.

Тоді опір сповіщувача $R_{\text{к}} = 0.140 * 25 = 3.5$ Ом.

Напруга розраховується за формулою:

$$U_{\text{ісп}} = U_{\text{ном}} - I_{\text{жив}} * R_{\text{к}} \ (23)$$

де $I_{\text{жив}}$ – струм, споживаний сповіщувачем, А ;

$U_{\text{ісп}}$ – напруга на сповіщувачі, В ;

$U_{\text{ном}}$ – номінальна напруга на сповіщувачі, В ;

$R_{\text{к}}$ – опір кабелю Ом .

Напруга на «TD-1», №1-1:

$U_{1\,\text{жив}} = 12 - 0{,}015 * 3.5 = 11{,}9475$ В.

Напруга на «YN-8», №2-1:

$U_{2\,\text{жив}} = 12 - 0{,}005 * 2.1 = 11{,}9895$ В.

Напруга на «GB-3», №3-1:

$U_{3\,\text{жив}} = 12 - 0{,}012 * 2.8 = 11{,}9664$ В.

Результати розрахунків рівнів сигналів в двох режимах відображені в таблиці.

У черговому режимі

№	Довжина кабеля,м	Опір сигнального кабеля, Ом	Опір кабеля живлення,Ом	Струм через сповіщувач, мА	Напруга на сповіщувачі,В
1-1	25	1,4	1,4	15	11,9475
1-2	25	1,4	1,4	16	11,944
2-1	15	2,1	2,1	45	11,9055
2-2	15	2,1	2,1	50	11,895
2-3	15	2,1	2,1	60	11,874
3-1	20	2,8	2,8	12	11,9664
3-2	20	2,8	2,8	13,5	11,9622

У режимі тривоги

№	Довжина кабеля,м	Опір сигнального кабеля, Ом	Опір кабеля живлення,Ом	Струм через сповіщувач, мА	Напруга на сповіщувачі,В
1-1	25	1,4	1,4	50	11,825
1-2	25	1,4	1,4	60	11,79
2-1	15	2,1	2,1	160	11,664
2-2	15	2,1	2,1	168	11,6472

2-3	15	2,1	2,1	180	11,664
3-1	20	2,8	2,8	100	11,72
3-2	20	2,8	2,8	145	11,594

При спрацюванні сповіщувача («TD-1» , «YN-8» , «GB-3») відбувається розрив сигнального ланцюга. Це і є сигнал тривоги для ППКОП «Сигнал-20П». Для зменшення ймовірності хибного спрацювання системи використовується 20 сигнальних ліній, які за допомогою комутаційних коробок заведені на 5 сигнальні лінії ППКОП «Сигнал-20П»[26].

В якості системи передачі сповіщень (СПС) використовується СПС «Атлас-Ю-3/6» , яка призначена для передачі сповіщень по зайнятій абонентській лінії ТЛЗК (телефонна лінія загального користування) [27].

Пристрій може бути використаний на абонентських лініях, зайнятих апаратурою абонентського ущільнення.

Інформаційна ємність складається з 2 шлейфів. В даному випадку один шлейф використовується для контролю стану сповіщувачів, інший – для контролю тривожної кнопки.

Пристрій «Атлас-Ю 3/6» має 2 режиму роботи :

- «День»
- «Ніч»

Режими встановлюються тумблером на охоронному блоці «Атлас-Ю 3/6».

1) При включенні перемикача в положення «День» пристрій встановлюється в режим тривожної сигналізації.
2) При включенні перемикача в положення «Ніч» пристрій встановлюється в режим охоронної сигналізації

Інтервали між змінами фаз несучою на 180° приведені в таблиці:

Стан Шлейфу 1	черговий	тривога	черговий	тривога
Стан Шлейфу 2	черговий	черговий	тривога	тривога
Інтервали між змінами фаз , мс.	3,55±0,1	7,1±0,2	14,2±0,41	Зміна відсутня

Знаючи несучу частоту (18кГц), можна розрахувати період несучої:

$$f = \frac{1}{T} (24),$$

де f – частота, 1/с;

Т – період, с .

Використовуючи формулу отримуємо, що період сигналу дорівнює 0,055 мс. В першому стані на одному інтервалі між змінами фаз (3,55 мс) вміщається 64,5 періодів несучої, в другому стані – 129,1, в третьому – 258,2.

Рівень перешкод в направленні «Лінія» - «Телефонний апарат» можна розрахувати за формулою [28] :

$$U_{\text{пер}} = \frac{U_{\text{вих}}}{L_{\text{пос}}} \quad (25)$$

де $U_{\text{пер}}$ – рівень перешкод , В;

$U_{\text{вих}}$ – вихідний рівень сигналу «Атлас-Ю-3/6», В;

$L_{\text{пос}}$ – послаблення напруги в фазах.

Маємо $U_{\text{пер}} = \frac{0,45}{7,64} = 0,058$ В.

Тобто рівень перешкод не перевищує 60 мВ.

При недостатньому рівні сигналу передбачена установка ретранслятора, завдяки якому можна підвищити рівень передачі сповіщень та їх декодировку на приймальній стороні [29].

Для підвищення надійності передачі доцільно використовувати системи ,які використовують перешкодо-витривале кодування та шифрування. Це дозволяє досягти до 12 дБ переваги , на відмінно від звичайних систем.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЄКТУ «ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ГІБРИДНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДОМАШНЬОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ»

3.1 Опис та технологічний аудит ідеї стартап-проекту

Введення інформаційних технологій в усі сфери життя людства набирає шалених обертів в останні часи. Комп'ютерні технології суттєво змінили принцип взаємодії між людьми, а також взаємодію людини з машиною. Оскільки розвиток технологій досить стрімкий, що вимагає постійної адаптації для їх використання в сучасному житті, одним із аспектів розвитку комп'ютерних та інформаційних технологій, взаємодіючих з життєдіяльністю людини, є екосистеми домашньої автоматизації, так звані «системи розумного будинку». Сучасні інженерно-технічні системи дозволяють забезпечити комфорт в житлі та виконувати енергоефективне управління, які володіють здатністю регулювання параметрами системи. На сьогоднішній день досягнення домашньої автоматизації або «розумний будинок» стає звичним аспектом життя. Розумний будинок являє собою великий обсяг інженерних рішень в сферах: опалення, електриці, освітлення, вентиляція, домашній кінотеатр, охоронна та протипожежна сигналізації. Бажаний затишок реалізується застосуванням даного комплексного підходу.

На сьогоднішній день існує безліч систем домашньої автоматизації, які здатні забезпечити комфорт та безпеку мешканцям оселі. Розумний будинок являє собою платформу для реалізації нових технологій в сфері комунікацій, зв'язку, безпеки, що позитивно впливає на розвиток мікроелектроніки.

Удосконалена система домашньої автоматизації актуальна не тільки для оселі, а також для цілих житлових комплексів, офісних будівель та споруд в сферах туризму, наприклад, готелі.

Ідея проекту полягає в створенні гібридної системи домашньої автоматизації, яка забезпечує функції комфорту, підвищує енергоефективність, забезпечує безперебійну роботу ліній зв’язку та підсистем.

Інформаційна карта проекту

1. Назва проекту	Omicron Z-Home
2. Автори проекту	Маркін Н.Р.
3. Коротка анотація	Реалізація удосконаленої гібридної системи домашньої автоматизації «розумний будинок». Особливістю є : реалізація складної системи домашньої автоматизації, удосконаленої поєднанням дротового та бездротового методу зв’язку, що підвищує ефективність та надійність роботи компонентів системи. Система забезпечує реалізацію функцій комфорту, безпеки та енергоефективності.
4. Термін реалізації проекту	6 місяців – 1 рік
5. Необхідні ресурси	Фінанси, інвестори
6. Опис проблеми, яку вирішує	Проблема гібридної системи домашньої автоматизації
7. Головні цілі та завдання	Реалізація проекту як продукт на сучасному ринку, створення конкурентноспроможного продукту з усталеними флагманами в даній сфері.
8. Очікувані результати	Вихід на локальний ринок, вихід на міжнародний ринок та лідерство в даній сфері діяльності.

Табл.3.1. Опис ідеї стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Переваги для користувача
Створення системи домашньої автоматизації, що забезпечує функції комфорту, функцій безпеки, функції контролю та самодіагностики.	Охорона та контроль стану будинку та прибудинкової території	Інформаційна безпека та захищеність нерухомості
	Побутові автоматизовані системи: клімат-контроль, «розумне світло», системи автоматичного поливу прибудинкової території...	Підвищення комфорту, економічна та енергетична ефективність

Отже, пропонується новий спосіб реалізації вдосконаленої гібридної інформаційної системи домашньої автоматизації, що забезпечує безперебійну працездатність інженерних систем будинку (клімат-контроль, водопостачання, відео-нагляд, освітлення, функції безпеки), та впровадження самодіагностику та саморегулювання системи.

Наступним кроком проведемо порівняльний аналіз потенційних техніко-економічних переваг ідеї з пропозиціями виробниками-конкурентами. Для цього необхідно визначити перелік загальних техніко-економічних властивостей та особливостей ідеї. Наступним кроком є визначення потенціальних конкурентів, товарів-аналоги, що існують на споживчому ринку, провести аналіз показників та визначити слабі, нейтральні та сильні сторони.

Табл.3.2 Визначення сильних, нейтральних та слабких сторін проекту

№	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W(слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Ajax Systems	Tiras	Fibaro			

1.	Вартість базового комплекту	27 000 грн.	75 000 грн.	45 000 грн	55 000 грн	-	-	+
2.	Заощадження електроенергії	50%	40%	25%	25%	-	-	+
3.	Безвідмовність	Елементи системи з’єднанні дротовим та без дротових методами, тому не вразлива	У разі відмови централі система вразлива	У разі відмови система функціонує на резерві	Система децентралізована , що забезпечує безперебійність	-	-	+
4.	Якість елементів системи	Середній-високий	Висока	Середній-високий	Середній	-	+	-
5.	Гібридність системи	Гібридна	Бездротова	Гібридна	Бездротова	-	-	+
6.	Можливість інтеграції сторонніх компонентів	Так	Так	Ні	Ні	-	+	-
7.	Дистанційне керування	Ні	Так	Так	Ні	+	-	-

Після проведення аналізу можна зробити висновок, що основними перевагами проекту є: вартість, безвідмовність та гібридність системи. Елементи з’єднанні як дротовим та бездротовим методами ліній зв’язку, тому система досить надійна та працює безперебійно. Також, низька ціна, порівняно з конкурентами, привабить споживачів.

В межах даного підрозділу проводимо аналіз технологій, за допомогою якої можна реалізувати ідею створення проекту.

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз складових які вказані в таблиці 3.3.

Табл.3.3 Визначення сильних, нейтральних та слабких сторін проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Створення гібридної системи, яка робить аварійні ситуації неможливими, забезпечує реалізацію функцій контролю та самодіагностики.	Використання ПЗ для реалізації дротового зв’язку Insteon	Існуюча	Доступна технологія
		Технологія бездротового зв’язку Z-Wave	Існуюча	Доступна технологія
		Технологія бездротового зв'язку ZigBee	Існуюча	Доступна технологія
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Технологія дротового зв’язку Insteon, технологія бездротового зв’язку.				

Проаналізувавши дані з таблиці 3.3 можна зробити висновок, що найкращим варіант для реалізації гібридної інформаційної системи є протоколи зв’язку Insteon та Z-Wave.

Z-Wave є простим, але дуже надійним, для обміну між пристроями використовується бездротовий, застосовуються вони одночасно, дублюючи один одного. Також важливою перевагою є підтримка комірчастої топології. Суть комірчастої топології полягає в тому, що кожен прилад є приймачем та передавачем одночасно. Також, ще одною перевагою використання протоколу Insteon в проектованій системі є паралелізація зв’язку, що суттєво збільшує рівень надійності та швидкості передачі даних.

3.2 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначимо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкові загрози, які можуть перешкодити його реалізації.

Системне дослідження ринку дозволяє вивчити поведінку споживачів, проаналізувати можливості, які відкриті для підприємства (вихід на міжнародний ринок, розширення переліку послуг, популяризація та ін.), вивчити особливості та перспективи розвитку окремих товарів та послуг, позиції конкурентів, динаміку цін на даний продукт та інші. [30]

Проведемо аналіз попиту, обсяги продаж, динаміка розвитку ринку та можливості виходу на ринок даної продукції, які наведені в таблиці 3.4.

Табл.3.4. Характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	~10
2	Загальний обсяг продаж, грн	1.4 млн
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	зростання
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	відсутні
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Відповідність міжнародним стандартам: ГОСТ 29322-2014, ISO/IEC 19794
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	65%

Аналіз свідчить, що існує деяка кількість конкурентів на ринку, при цьому ринок є досить вузькопрофільним ,також досить висока норма рентабельності, що дозволяє зробити висновок, що система, яка розробляється, є конкурентоспроможною, тому ринок є привабливим для входження за попереднім оцінюванням.

Надалі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи.

Табл.3.5. Характеристика потенційних клієнтів стартап проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1.	Задоволення потреб у створенні автоматизованих та цифрових комфортних умов побуту, які відповідають сучасним вимогам. Створення нових робочих місць для фахівців, задіяних в даному виді діяльності.	Приватні будинки, котеджі і квартири, готелі, офіси, житлові комплекси.	Фактори зовнішнього маркетингового середовища, фінансові можливості, дефіцит необхідних матеріалів, індивідуальність, сприйняття.	Висока якість компонентів; Виконання монтажних робіт в строки; індивідуальний підхід; оптимальне співвідношення ціни та якості; наявність сервісного обслуговування.

Даний проект є привабливим для власників будинків, квартир, забудовникам житлово-офісних комплексів та готелів. На етапі розширення проект дає нові робочі місця в сферах: виробництва, монтажу, технічної підтримки, розробників спеціального ПЗ.

Індивідуальний підхід до замовника є досить актуальною та привабливою особливістю, що стимулює зацікавленість клієнтів.

Після визначення потенційних груп клієнтів проекту, треба провести аналіз ринкового середовища: факторів, що загрожують ринковому впровадженню проекту та факторів, що дають можливості для його подальшого розвитку.

Табл.3.6. Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1.	Посилення конкуренції на ринку	Зменшення продажу	Рекламні акції, подарунки, знижки; наукові дослідження для покращення параметрів системи.
2.	Відсутність надійних постачальників високоякісного обладнання.	Зменшення продажу	Пошуки постачальників за межами країни.
3.	Несприятлива державна податкова політика, криза.	Фінансові збитки	Зменшення ціни товару, пошук інвесторів, партнерів.
4.	Економічний фактор	Користувачі не будуть купувати систему	Розширення функцій, заміна компонентів, зниження ціни.
5.	Технічний фактор	Не всі користувачі вміють налаштовувати систему.	Зменшення ручних налаштувань, створення «інформаційних вікон» для налаштування

Головною особливістю реалізації проекту є високоякісне обладнання, що на перших етапах необхідно закупати в окремих постачальників, що є досить високою загрозою. Враховуючи те, що фірми-постачальники розташовані переважно за кордоном, вартість на обладнання та транспортні витрати формують додаткову вартість на продукт, який в результаті повинен бути конкурентноспроможною. [31]

Також, крім загроз існують і певні можливості, що наведені в таблиці 3.7.

Табл.3.7. Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1.	Вихід на нові ринки	Збільшення кількості продажів	Підвищення попиту, залучення
2.	Можливість розширення переліку послуг	Сервісне обслуговування, створення нових програм	Підвищення попиту, додатковий прибуток
3.	Можливість розробки власних інноваційних рішень	Якісне покращення основних параметрів продукту	Підвищення попиту та ціни, пошук партнерів

4.	Поліпшення споживчих характеристик впроваджуваних рішень	Екологічність, покращення умов проживання	Маркетингове дослідження, збільшення попиту, наукове дослідження
5.	Популяризація	Збільшення кількості продажів за рахунок реклами	Послуги маркетологів

Сучасний міжнародний ринок показує, що досить велика кількість українських стартапів зарекомендували себе на високому рівні, тому вдалі вихід на ринок сприяє не тільки збільшенню попиту, а нові інвестиції, розвиток та подальші реалізації нових проектів в даній сфері.

Після проведення аналізу ринкового середовища, факторів загроз та можливостей, наступним кроком є аналіз доступних пропозицій, що наведені в таблиці 3.8.

Табл.3.8. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
Чиста конкуренція	Суперництво між суб'єктами економічних процесів, не може впливати на загальну ситуацію на ринку або цей вплив є таким незначним	Діяльність підприємства орієнтована на новизну та якість товару
Національна	Між компаніями всередині країни	Утвердження об'ємів виробництва продукції, співпраця з будівельними компаніями
Внутрішньогалузева конкуренція	Конкурентна боротьба між підприємствами в межах однієї галузі	Формування ринкової вартості продукту
Товарно-видова конкуренція	Конкуренція між товарами одного виду	Унікальність кожного реалізованого проекту унікальними рішеннями; удосконалення та створення нових функцій

Конкурентна перевага - цінова	Для значної частки споживачів ціна є визначальною при виборі	Регуляція ціни на ринку, можливе зниження прибутку
За інтенсивністю - марочна	Конкурентні компанії пропонують подібний продукт	Зниження цін на товар; концентрація діяльності на якісну зміну системи; закупка якісних приладів, створення власної торгової марки

Загальні риси конкуренції демонструють конкурентноспроможність на ринку. Найбільш ефективним рішенням є розробка стратегії, робота якої не залежність від конкуренції. Формування стратегії потребує врахування основних факторів, які впливають на інтенсивність конкуренції, детальний аналіз яких проведений в таблиці 3.9.

Табл.3.9. Аналіз конкуренції в галузі за М.Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Ajax, Tiras, Fibaro	Високий бар'єр входження в ринок	Невелика собівартість, якість товару	Вартість залежить від комплектації	Фактори загроз з боку аналогів
Висновки:	Інтенсивне	Є потенційні клієнти та можливості виходу на ринок	Ціна, умови співпраці, кількість обладнання	Вартість системи, якість, гарантійний строк	Відсутнє

На основі аналізу конкуренції в галузі за М. Портером, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту та вимог споживачів до товару, можна зробити висновок, що проект поступається в якості конкурентам, має зручний функціонал та додаткові спектр можливостей, щоб повністю задовольняти потреби користувачів.

Основними умовами в боротьбі з конкурентами є: визначення факторів конкурентоспроможності та їх значимості, науковий підхід та періодичне

удосконалення та оновлення компонентів системи; застосування сучасних методів дослідження й розробок.

З наведеного вище аналізу визначаємо перелік факторів конкурентоспроможності, які наведено в табл. 3.10

Табл.3.10. Обґрунтування факторів конкурентноспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Використання високотехнологічного обладнання	Якість продукції, точність вимірювальних параметрів, висока надійність ліній зв'язку, самодіагностика приладів
2	Наявність кваліфікованих співробітників.	Висока якість виробленої продукції, гарантія правильної роботи обладнання
3	Доступність	Ціна залежить від комплектації, тому система є доступною
4	Технічне обслуговування	Оновлення системи та каталогу комплектацій
5	Безпека та покращення умов проживання	Система відеоспостереження, клімат-контролю, датчики руху, освітлення, захист від протікання, економія ресурсів

Перш за все необхідно приділити увагу конкурентоспроможності в спектрі якості обладнання, що забезпечує надійність роботи системи та самодіагностики, звернути увагу на інтерфейс користування системою, та зробити її фінансово доступною для споживачів.

Табл.3.11. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «Dust Meter»

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з METER_Kompany						
			–3	–2	–1	0	+1	+2	+3
1	Висока якість і своєчасність виконання роботи	16						+	
2	Велика кількість постачальників	8		+					
3	Індивідуальний підхід	13					+		
4	Технічна підтримка	10		+		+			
5.	Ціна	13					+		

З таблиць 3.10 та 3.11 можна зробити висновок, що фактори конкурентоспроможності суттєві та мають великий позитивний внесок при розробці гібридної системи домашньої автоматизації «розумний будинок». Основною перевагою та головним досягненням системи є висока якість продукту, індивідуальний підхід та технічна підтримка протягом всього терміну його використання споживачем.

Проведемо SWOT-аналіз стартап проекту для визначення сильних , слабких сторін та визначення загроз та можливостей.

Сильні сторони: 1. Високотехнологічне обладнання; 2. Кваліфіковані співробітники; 3. Енергозбереження; 4. Доступність; 5. Технічне обслуговування.	Слабкі сторони: 1. Високий рівень відпускних цін компонентів системи; 2. Універсальність (вузький асортимент рішень); 3. Система потребує певних знань користувачів.
Можливості: 1. Розширення переліку послуг; 2. Вихід на нові ринки; 3. Розробки власних інноваційних рішень; 4. Покращення характеристик системи; 5. Популяризація.	Загрози: 1. Посилення конкуренції на ринку; 2. Несприятлива державно-податкова політика; 3. Відсутність надійних постачальників високоякісного обладнання; 4.Необізнаність користувачів.

Для зменшення подальших наслідків и отримання позитивних умов введення в експлуатацію, треба заздалегідь передбачити негативні фактори, оновлення лінійки продукції конкурентів та нестабільність ринку. Також, я актуальним питання маркетингу та удосконалення власної продукції інноваційними технологіями.

На основі SWOT-аналізу розроблено варіанти ринкової поведінки для виведення стартап-проекту на ринок користувачів та отримано орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок. [30]

Табл.3.13. Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Інвестиції	Середня	4-12 місяців
2	Збільшення обсягу збуту завдяки маркетингу	Висока	1-2 роки
3	Динамічний контроль цін	Середня	1-5 місяці

Проаналізувавши альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту, можна зробити висновок, що маркетинг та рекламні кампанії є досить вигідний спосіб досягнення збільшення обсягу збуту, оскільки це є високоприбуткове вклад в перспективу високого скачку розвитку продукції. Також інвестиції сприяють надходженню ресурсів, але даний варіант є не безвідмовний, адже зацікавленість інвестора повинна бути високою.

Динамічний контроль цін – мається на увазі впровадження акцій та тимчасове зменшення цін для залучення клієнтів.

3.3 Розроблення ринкової стратегії та маркетингової програми проекту

Структура бізнес-моделі

Назва блоку	Характеристика	Елементи	Основні питання
Ключові партнери	Блок описує ймовірних постачальників і партнерів, без яких бізнес-модель не може існувати	Співпраця з не конкуруючими компаніями.	- Хто є ключовими партнерами? - Хто є ключовими постачальниками? - Які ключові ресурси будуть купуватись у партнерів? - Які основні активності проводять партнери?
Ключові дії	Блок описує дії, які необхідні для реалізації бізнес-моделі	Виробництво	- Які дії потрібні для розкриття цінності пропозиції? - Які канали продажів?

			- Які взаємини з клієнтами? - Звідки повинні надходити доходи?
Ключові цінності	Пункт є ключовим в процесі вибору моделі і подальшого позиціонування продукту або послуги. Необхідно дуже чітко сформулювати переваги продукту перед конкурентами. Також важливо пам'ятати, що абсолютно унікальних продуктів не буває. В більшості випадків будь-який бізнес має конкурентів, як прямих, так і непрямих	Цінність продукту визначається такими складовими як: - індивідуальність - Ціна - Зниження витрат - Доступність - Зручність	- Яка цінність пропонується клієнту? - Яка з проблем клієнта буде вирішуватись? - Які пакети продуктів і послуг пропонуються кожному сегменту споживачів? - Які потреби клієнтів задовольняються?
Відносини с клієнтами	Блок описує типи відносин, які компанія встановлює з окремими сегментами покупців. В цьому пункті відображають ступінь відповідності пропонованого продукту або послуги очікуванням клієнтів.	Типи відносин: - Персональна підтримка - VIP персональна підтримка - Автоматизоване обслуговування.	- Які відносини потрібно вибудувати з кожним сегментом покупців (або чого можна чекати покупців) так, щоб підтримувати їх? - Які взаємини ви вже побудували? - Як вони інтегровані з іншою частиною вашої бізнес-моделі? - Наскільки вони дорогі?
Сегменти клієнтів	Від вибору цільової аудиторії залежать інші аспекти проектування моделі.	Сегментація клієнтів	- Для кого створюється цінність? - Хто найбільш важливі клієнти?

Ключові ресурси	Цей блок включає в себе найбільш важливі активи, необхідні для функціонування бізнес-моделі. Крім усього іншого, важливо вказати ті ресурси, які допомагають просувати продукт. Ними можуть бути бренд, технологія і т. ін.	Основні види ресурсів: - Матеріальні ресурси. - Інтелектуальні ресурси. - Фінанси	- Яких ключових ресурсів вимагає пропозиція цінності? - Які канали розповсюдження? - Які взаємовідносини з клієнтами? - Які джерела доходу?
Канали збуту	Необхідно описати план донесення до споживача пропозиції цінності, продажу продукцію або послуги, як відбуватиметься зворотний зв'язок від клієнтів	Напряму або через реселерів	- По засобом яких каналів планується налагодження взаємодії з клієнтами. - Як здійснюється взаємодія з клієнтами натепер? - Як канали інтегровані в бізнес-модель? - Які з каналів працюють краще за все? - Які з каналів вимагають найменших витрат?
Структура витрат	Цей блок описує витрати, пов'язані з функціонуванням бізнес-моделі. Доцільно порівняти за рівнем витрат обрані раніше компоненти бізнес-моделі з можливими альтернативними варіантами	Змінні витрати (це витрати, величина яких змінюється залежно від обсягу випуску продукції)	- Які основні витрати властиві бізнес-моделі? - Які ключові ресурси є найдорожчими? - Які основні активності є найдорожчими?
Потік доходів	Цей блок описує потік доходу	У бізнес-моделі можуть існувати два потоку доходів: - Дохід від разових угод.	- За яку цінність клієнти дійсно готові платити? - За що вже платять споживачі?

		- Поширені способи потоків надходження доходів: - Продаж продуктів та / або послуг - Ліцензії (споживачів передається право на використання інтелектуальної власності на певний час, на певних умовах і за певну вартість, наприклад, ліцензія на книги);	- Як клієнти платять в даний час? - Як клієнти вважають за краще платити? - Який внесок доходу від кожного окремого напрямку діяльності в загальну структуру доходів?

В розробці ринкової стратегії першими пунктами є визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів, готовність людей купувати дану продукцію, оцінка конкуренції в даному сегменті [30]

Табл.3.14. Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1.	Приватні власники житлової нерухомості,	Готові	Середній	Висока	+
2.	Будівельні компанії			Середня	+
3.	Власники готелів			Середня	+
4.	Власники офісних центрів	Готові	Нижче середнього	Середня	+
Які цільові групи обрано: Під час аналізу цільових груп було визначено, що найбільш актуальним є робота з такими групами, а саме: приватні власники, будівельні компанії.					

За результатами аналізу потенційних груп споживачів було обрано цільові групи, що представлені власниками приватних будинків або квартир, що

зацікавлені в автоматизації або в окремих компонентах даної системи. Також, існує зацікавленість в цільовій групі як забудовники житлово-офісних комплексів. Інтенсивність конкуренції в даному сегменті є достатньо високою, існують загрози та недоліки , але , при цьому, можна стати одним з провідних постачальників на ринку.

Табл.3.15. Визначення базової стратегії ринку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
1.	Залучення клієнтів	Охоплення не тільки елітного сегменту, а і середнього та низько-середнього класу. Маркетинг та створення попиту; реалізація якісного обладнання на ринку.	Якісне обладнання для домашня та офісна автоматизація Оптимальна ціна на ринку; знижки та акції;	Удосконалення та розширення

Альтернативою розвитку проекту є залучення клієнтів, не тільки власників нерухомості різних класів, а і забудовників житлово-офісних комплексів. Існують можливості реалізації побудови системи «розумний жк», «розумний офіс». Якісне обладнання та індивідуальність системи є основною позицією конкурентоспроможності.

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки описаний в таблиці 3.16.

Табл. 3.1. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
	Даний продукт вже існує на ринку	Компанія шукатиме нових споживачів, але	Немає необхідності в копіюванні, але	Позиційна оборона

		компанія робитиме все, щоб рівень комфорту співвпраці зі споживачем будем максимальне, щоб стимулює перебіг клієнтів від конкурентів	деякі комплектуючі підсистем (датчики, тощо) можуть переплітатися з конкурентом	

Розмір ринкового сегменту системи «розумний будинок» є досить великим, але дуже прибутковим, основною стратегією конкурентної поведінки залучення нових споживачів, турбота про інтереси постійних користувачів, завоювання прихильності.

Це можна зробити за рахунок підвищення якості пристроїв та високої якості обслуговування.

На основі вимог споживачів обраного сегменту (приватні власники житлової нерухомості, забудовники багатоповерхівок та офісів) до постачальника та створеної системи, а також в залежності від стратегії розвитку та конкурентної поведінки треба розробити стратегію позиціювання, яка визначається у формування ринкової позиції, за яким споживачі мають ідентифікувати проект.

Табл. 3.2. Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
	Висока якість, та захищеність; вдосконалення продукту враховуючи побажання споживачів	Удосконалення та розширення	Оптимальна ціна	Висока якість компонентів системи, своєчасне виконання, індивідуальний підхід, сервісне обслуговування

Результатом даного підрозділу є система рішень щодо ринкової поведінки компанії, вона визначає в якому напрямі буде працювати компанія на ринку і було визначено на основі визначеної базової стратегії розвитку,

конкурентної поведінки та позиціонування, можна сформувати напрямок роботи стартап-компанії на ринку, що полягає у постійному розвитку, розширенню та вдосконаленні системи, впровадження нових ліній продукції, компонентів, інтелектуальних приладів в системі домашньої автоматизації.

3.4 *Розроблення маркетингової програми стартап-проекту*

Під час розроблення маркетингової програми першим кроком є розробка маркетингової концепції товару, який отримає споживач. У таблиці 5.18 підсумовуємо результати аналізу конкурентоспроможності товару. [31]

Табл. 3.3. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Гібридність	Безперебійність	Безперебійна робота системи , в не залежності від усіх чинників та факторів
2	Безпека	Системи безпеки, такі як: камери, датчики руху, датчик звуку, що працюють в незалежності від зовнішніх факторів	Забезпечення нагляду та контролю усіма можливими сучасними способами
3	Індивідуальність системи	Індивідуальна для кожного	Індивідуальний підхід до потреб замовника та реалізація так званих «спец. проектів»
4	Якість	Якісні датчики та комплектуючі	Постачання якісних комплектуючих та в подальшому власне виробництво

Важливим етапом є визначення ключових переваг концепції товару в розробці стартап-проекту для виконання потреб і забезпечення вигоди, як для споживачів, так і для товаровиробників. Тому вигідними сторонами товару є: контроль працездатності системи та датчиків, захист від проникнення в будівлю, індивідуальність системи.

Табл. 3.4. Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
І. Товар за задумом	Комфортне проживання в будинку та робота в офісі, безпека, самодіагностика приладів, економія		
	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор

II. Товар у реальному виконанні	1. Комп'ютерна система 2. Датчики 3. Можливість онлайн моніторингу стану системи 4. Інтерфейс	Нм М Нм Нм	Тх Тх Тл Тх
	Якість: технічний регламент, результати тестування системи, відповідність нормам ЄС, патент		
	Пакування: Кожен пристрій надійно запакований в окрему коробку та захисну плівку		
	Марка: Omicron-Z Home		
III. Товар із підкріпленням	До продажу: вдосконалена система «Розумний будинок»		
	Після продажу: оновлення лінійки продукції з часом		
Потенційний товар буде захищено від копіювання за рахунок логотипу, введення комерційної таємниці на систему (система «під ключ»), патентування розробленого методу.			

Після опису трьох рівнів моделі товару необхідно визначити цінові межі, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар. Також необхідно проаналізувати ринковий діапазон цін та доходів потенційних споживачів. В процесі випуску системи її потрібно захистити від нелегального копіювання та випуску підробок даної системи, тому треба захистити її логотипом, введенням комерційної таємниці та патентуванням методу.

Табл. 3.5. Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
	INSYTE-Electronics	70000	20000-65000	20тис.-65000тис.

Ціни на систему «розумний будинок» лежать в межах від 20000 до 65000 грн., вартість залежить від ціни на компоненти системи «розумний будинок», націнки, якості виконання робіт та маркетингової частки.

Табл. 3.6. Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту

1	Не регулярне замовлення системи	встановлення контакту; реалізація та подальша підтримка; формування сталого попиту і збуту; оптимізація витрат на реалізацію; аналіз ринку.	0 але можлива інтеграція послуг ресселерів таких як «Цитрус» або «Розетка»	Серед приватних власників житлової нерухомості; будівельні компанії

Для забезпечення ефективної реалізації стартап-проекту оптимальною системою збуту краще обрати прямий, без залучення посередників між виробником та споживачем, а для підвищення рівню попиту можна скористатися послугами ресселерів. Для економії коштів замовлення напряму може проводитися в онлайн режимі або через call-центр.

В таблиці 3.22 розглянута специфіка поведінки клієнтів, ключові позиції проекту, концепція рекламного звернення, а також завдання які повинні виконати рекламні повідомлення.

Табл. 3.7. Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Орієнтація на регулярні поставки	Формальні/ неформальні канали комунікацій	Індивідуальний підхід; Доступність клієнтам; Гібридність та самодіагностика.	Інформування споживачів; Розвиток попиту; Стимулювання продажу; Пошук вигідних партнерів;	Гібридна система домашньої автоматизації є надійна та енергоефективна

Результатом даного підпункту є орієнтир на регулярні поставки, ключові позиції: індивідуальний підхід для кожного, гібридність і самодіагностика системи, доступність.

ВИСНОВКИ ДО ТРЕТЬОГО РОЗДІЛУ

В даному розділі проведено маркетинговий дослідження стартап-проекту задля визначення принципової можливості його ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації. Наведено зміст ідеї стартап-проекту, напрямки застосування та вигоди для користувача.

Проведено аналіз ринку, що показує потенційні техніко-економічні переваг ідеї проекту та проектів потенційних конкурентів. Допомагає визначити перелік слабких та сильних характеристик та властивостей ідеї, на основі, яких буде сформована конкурентоспроможна гібридна система домашньої автоматизації «розумний будинок».

Невід'ємною частиною маркетингового аналізу є визначення технологічності проекту.

Також було визначено ринкові можливості та потенційні загрози планування напрямків розвитку проекту, враховуючи стан ринку, потреби потенційних користувачів та пропозиції конкурентів. Визначено потенційні групи клієнтів, їх особливості, та орієнтовний перелік вимог до товару для кожної з груп, проведено аналіз ринкового середовища: визначено фактори, що позитивно впливають на проект, та фактори, які йому перешкоджають; аналіз пропозиції та аналізу конкуренції.

На основі попередніх досліджень було визначено фактори конкурентоспроможності, за допомогою яких проведено аналіз сильних та слабких сторін проекту, проведено SWOT-аналіз, на основі якого розроблено альтернативи ринкової поведінки для виведення стартап-проекту на ринок. Фінальним кроком маркетингового аналізу було розроблення ринкової стратегії проекту та розроблення маркетингової програми стартап-проекту.

ВИСНОВКИ

Система «розумний будинок» представляє собою поєднання мікроелектроніки, сучасних технологій зв’язку та сфери комфорту життєдіяльності людини, що надає можливість створювати нові методи та способи передачі інформації.

Інформаційна система домашньої автоматизації здатна реалізувати функціонал контролю, діагностики, реагування та регулювання (пожежно-охоронні функції, функцій контролю клімату, дистанційного керування).

Проблема безперебійної та надійної передачі даних інформаційної системи вирішується за допомогою відповідних принципів побудови структури мережі, яка виконує необхідний перелік поставлених задач, та завдяки методам дротового та бездротового зв’язку здатна працювати навіть в аварійних ситуаціях. Саме реалізація гібридного принципу побудови надає можливість оптимізувати енергоспоживання та мінімізувати збій у роботі окремих підсистем, а саме: освітлення, опалення, вентиляція, кондиціонування, водопостачання, контролю доступу та ін. Головним принципом є розподілення системи з головним контролером на окремі підсистеми, які також мають власні логічні модулі, що відповідають за окремий сегмент спектру функціоналу.

Основним критерієм при побудові гібридної системи домашньої автоматизації були: застосування дротового та бездротового методів зв’язку між компонентами (паралелізація ліній зв’язку); оптимізація енергоспоживання; підвищення швидкодії передачі даних з датчиків до контролера та виконавчих елементів.

Було проведено відповідні аналізи щодо сучасних систем домашньої автоматизації, протоколів передачі даних, ліній зв’язку, енергозабезпечення та функціоналу, що входять до системи «розумний будинок». Під час дослідження було визначено структуру інформаційної системи, яка включає в

себе підсистеми конкретного функціоналу. Було підібрано оптимальні датчики, для яких було розраховано відповідні лінії зв’язку та енергозабезпечення як від постійного джерела живлення та і від батарейного.

Було вирішено поєднати дротову та бездротову технології в лініях зв’язку та додати резервні елементи живлення, щоб значно підвищити працездатність та безвідмовність системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лавриненко, В. В. Система «Розумний будинок» / Лавриненко В. В. // Радіоелектроніка в XXI столітті : матеріали XI науково-технічної конференції студентів, аспірантів та викладачів радіотехнічного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського, 16-17 травня 2017 р., Київ, Україна / КПІ ім. Ігоря Сікорського, РТФ. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – С. 71-73. – Бібліогр.: 4 назви.

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

3. Тесля Е.А. «Умный дом своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире. – Санкт Петербург.: НТ Пресс, 2008. – 224с.

4. Розумне освітлення:[Електронний ресурс] - Режим доступу: https://noviydom.com.ua/umnoe-osveshhenie.

5. Система безпеки:[Електронний ресурс] - Режим доступу: https://bezpeka.club/ru/ohoronna-systema-z-chogo-vona-skladayetsya-i-yak-funktsionuye/.

6. Лінії зв'язку:[Електронний ресурс] - Режим доступу: https://www.ferra.ru/review/smarthome/SmartHome-Protocols.htm

7. Обзор беспроводной системы:[Електронний ресурс] - Режим доступу: https://www.ixbt.com/home/ajax-wireless-security-review.html

8. Ajax systems:[Електронний ресурс] - Режим доступу: https://ajax.systems/ru-ua/

9. Tiras:[Електронний ресурс] - Режим доступу: https://tiras.ua/okhoronna-sygnalizatsiya

10. Tiras:[Електронний ресурс] - Режим доступу: https://tiras.ua/pozharnaya-signalizatsiya

11. Макєєв С. О. Сучасна апаратура та обладнання систем «розумний

будинок» / С. О. Макєєв, С. В. Вировець // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Проблеми удосконалювання електричних машин і апаратів. Теорія і практика = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser. : Problems of electrical machines and apparatus perfection. Theory and practice : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2020. – № 2. – С. 16-20. Режим доступу: http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/51071

12. Метод забезпечення безпеки розумного будинку:[Електронний ресурс] - Режим доступу: https://csecurity.kubg.edu.ua/index.php/journal/article/view/119

13. Полякова О.В. Класифікація функціональних складових елементів системи інтелектуального керування середовищем при проектуванні житла // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія: Технічні науки. – 2016. – № 4. – С. 133–141.

14. А.В. Гаврилов. Г 124 Гибридные интеллектуальные системы. – Новоси-бирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 164 с.ISBN 5-7782-0413-2

15. Wi-Fi Mesh сети для самых маленьких:[Електронний ресурс] - Режим доступу: https://habr.com/ru/post/196562/

16. Системы управления KNX для “Умного дома”:[Електронний ресурс] - Режим доступу: https://proumnyjdom.ru/sistemy-avtomatizacii/oborudovanie-knx.html

17. Протоколы связи для "умного дома":[Електронний ресурс] - Режим доступу: https://www.ferra.ru/review/smarthome/SmartHome-Protocols.htm

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

19. Датчик влажности и температуры DHT11:[Електронний ресурс] - Режим доступу: https://3d-diy.ru/wiki/arduino-datchiki/datchik-vlazhnosti-i-temperatury-dht11/

20. Синилов В.Г. Системы охранной, пожарной иохранно-пожарной сигнализации: учеб. для нач.проф. образования. – М.: Изд-во «Академия»; 2010. – 509с.

21. Андреева, Е. В. Новая память для встроенных систем и перспективы ее внедрения в устройствах цифрового дома / Е. В. Андреева, Т. А. Толочко //Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІІРТК-2018), Одинадцята Міжнародна науково-практична конференція, 22-23 травня 2018, Національний Авіаційний Університет (НАУ), м. Київ, Україна : збірка тез. – Київ : Національний Авіаційний Університет (НАУ), 2018. – С. 211–213. URL:https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30858

22. Интерфейсы:[Електронний ресурс] - Режим доступу: https://studfile.net/preview/9545590/

23. Лякишев А.А. Автоматизация процесса информационного обмена в модульных структурах систем сбора и обработки данных АСУ. [Текст]. / А.А. Лякишев // Сборник материалов II международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы естественных и математических наук в России и за рубежом» – Инновационный центр развития образования и науки, Новосибирск, 2015 – С. 112-115.

24. Еременко В.Т., Афонин С.И., Краснов Д.А. и др. Математическая модель оценки производительности беспроводной вычислительнойсети АСУ предприятия // Информационные системы и технологии, 2011. № 5. С. 11–20.

25. Афонин С.И., Еременко В.Т., КузьминаЛ.В. и др. Методы решения задач распределения информационных потоков в сетях передачи данных предприятия на основе резервирования ресурсов // Информационные системы и технологии. 2012. № 1. С. 78–84.

26. Методика расчета параметров прибора ОПС: [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://os-info.ru/istochniki-pitania/metodika-rascheta-parametrov-pribora-v-sisteme-ops.html

27. АСУТП: [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://studfile.net/preview/5566754/page:8/
28. АСУТП: [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://studfile.net/preview/5566754/page:10/
29. АСУТП: [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://studfile.net/preview/5566754/page:4/
30. Гавриш, О. А., Бояринова К. О., Копішинська К. О. Розробка стартап-проектів. Конспект лекцій : навчальний посібник для студентів спеціальностей 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові данні (1 файл: 2,88 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 188 с. URL: http://ela.kpi.ua/handle/123456789/29447
31. Гавриш, О. А., Бояринова К. О., Копішинська К. О. Розробка стартап-проектів: практикум: навчальний посібник для студентів спеціальностей 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» та 152 – «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Електронні текстові данні (1 файл: 2,11 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 116 с. URL: http://ela.kpi.ua/handle/123456789/29450

ДОДАТКИ