

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет (інститут) _____ Приладобудівний _____
(повна назва)

Кафедра _____ Приладобудування _____
(повна назва)

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

Спеціальність (спеціалізація) 152. Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка (Інформаційно вимірювальні системи та технології точної механіки)
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис) (ініціали, прізвище)
«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Чорному Андрію Борисовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Система пожежної безпеки на основі бездротових мереж
науковий керівник дисертації Гераїмчук Михайло Дем'янович, д.т.н. професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом по університету від «23» 03 2018р. № 1006 с
2. Термін подання студентом дисертації _____ 18 травня, 2018 р
3. Об'єкт дослідження Система пожежної безпеки для виявлення та сигналізації про надзвичайний стан
4. Предмет дослідження (вихідні дані для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою) Використання бездротових мереж в системі пожежної безпеки для передачі даних
5. Перелік завдань, які потрібно розробити Вступ.Актуальність побудови мережі. WPA N мережі і стандарти. Вибір і розрахунок основних

елементів. Модуль безпроводної передачі . Організація ДПЛС. Розрахунок загальних характеристик приладу. Архітектура протоколу мережі. Побудова і принцип роботи. Використання бездротової технології J-NET-SP в пожежних системах безпеки. Розроблення старап-проекту. Висновок.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного (графічного) матеріалу Складальне креслення – 1 аркуш формату А1, Схеми – 1 аркуш формату А1, 3D модель – 1 аркуш формату А1, Графіки – 2 аркуши формату А1, Презентаційний лист

7. Орієнтовний перелік публікацій Одна стаття у збірнику наукових праць

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Стартап-проект	Бояринова К.О., доцент		

9. Дата видачі завдання 05.03.2018 р

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Ознайомлення з завданням	05.03.18	
2	Огляд і аналіз літератури	06.03.18-09.03.18	
3	Патентний пошук	12.03.18-13.03.18	
4	Аналіз характеристик ріп-датчика	14.03.18-16.03.18	
5	Розробка математичної моделі	19.03.18-30.03.18	
6	Аналітичне дослідження	02.04.18-13.04.18	
7	Експериментальне дослідження	16.04.18-20.04.18	
8	Оформлення магістерської дисертації та її графічної частини	07.05.18	
9	Представлення МД на перевірку науковому керівнику	08.05.18	
10	Передача матеріалів МД на перевірку виявлення збігів/схожості текстів сервісом Unichesk	09.05.18	
11	Представлення МД на рецензію	10.05.18	
12	Представлення МД на затвердження завідуючим кафедрою	11.05.18	
13	Передача електронної версії МД до	17.05.18	

* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника

	бібліотеки		
14	Представлення МД до екзаменаційної комісії НТУУ «КПІ імені Ігора Сікорського»	18.05.18	

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

(ініціали, прізвище)

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

Приладобудівний
(повна назва інституту/факультету)

Приладобудування
(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК 004.891

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” 2018р.

**Магістерська дисертація
на здобуття освітнього ступеня магістр**

зі спеціальності (спеціалізації) 152. Метрологія та інформаційно-вимірвальна
техніка(Інформаційно вимірвальні системи та технології точної
механіки)

(код і назва спеціальності)

на тему: Система пожежної безпеки на основі бездротових мереж

Виконав: 2 курсу, групи ПІ-61М
(шифр групи)

Чорний Андрій Борисович
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник професор, д.т.н. Гераїмчук М.Д.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант стартап-проект доцент, к.е.н. Бояринова К.О.
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент доцент, к.т.н. Шевченко В.В.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2018 року

Реферат

Актуальність теми

У даній випускній роботі, розглянута можливість застосування і реалізація бездротової технології J-NET-SP в пожежних системах безпеки.

У проекті розглядається теорія, принцип побудови і особливості роботи бездротової мережі, існуючі різновиди технології, а також вибір і обґрунтування реалізації мережі на основі стандарту 802.15.4.

У техніко-економічній частини було складено розрахунок капітальних витрат на побудову мережі. Крім того, були розглянуті питання безпеки праці та життєдіяльності.

Мета і задачі дослідження

Мета дослідження – підвищення вірогідності результатів ультразвукової дефектоскопії шляхом використання методів статистичної фазометрії для опрацювання інформативних сигналів.

В ході дослідження було розв'язано наступні задачі:

1. Розробити основу програму керування системою пожежної безпеки. Обґрунтувати використання кругових статистик для виявлення небезпечної ситуації.
2. Дослідити вже відомі типи бездротових мереж для передавання даних на пульт керування.
3. Розробити метод виявлення небезпечної ситуації з використанням пожежних систем та її подальшого розвитку.
4. Проаналізувати вірогідність виявлення несправностей. Перерахувати плюси та мінуси використання данної системи.

Об'єкт дослідження – процес виявлення пожежі та передача даних з використанням бездротових мереж.

Предмет дослідження - метод виявлення пожежі та передача даних з використанням бездротових мереж.

Методи дослідження базуються на використанні теоретичних основ для побудови системи пожежної безпеки. Доповненням системи буде використання бездротових мереж для передачі даних на пульт керування

ДСНС. Написання програмного коду для обробки результатів в середовищі Delphi.

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Вперше запропоновано метод виявлення пожежної небезпеки з використанням бездротових мереж. Які в свою чергу дозволяють підвищити вірогідність виявлення небезпеки та своєчасно її попередити.
2. Обґрунтовано використання бездротових мереж для передавання даних. Що забезпечує працездатність системи в критичних умовах.
3. Вперше запропоновано вибирати поріг прийняття рішення системою яка визначатиме вірність виконаних дії при цьому не загрожуючи людському життю. Це в свою чергу дозволить підвищити вірогідність локалізації небезпечної ситуації та виявити пожежу на початку задимленості.

Практичне значення результатів дисертації:

1. Виконано комп'ютерне моделювання яке зображає залежність сигналу від відстані між передавачами і відстань до стін. Моделювання виконувалося для п'ятиканальної моделі та для шестиканальної моделі.
2. Запропонований метод виявлення небезпечної ситуації дозволяє підвищити вірогідність результатів виявлення пожежі та своєчасно її попередити, що підтверджено теоретичними і модельними дослідженнями;
3. Запропоновано алгоритм розрахунку адаптивного порогу в залежності від оцінок математичного сподівання. Зроблений розрахунок шумів та лінії втрат при передавані даних.
4. Сформовано рекомендації щодо підбору параметрів режимів процесу опрацювання сигналів, а саме коефіцієнту підсилення та апертури віконної функції, що дозволяє максимізувати вірогідність

виявлення шумів та втрат за відсутності апріорної інформації про частоту сигналу-носія.

Апробація результатів дисертації

Основні положення та результати роботи доповідались на наступних конференціях: Науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Погляд у майбутнє приладобудування» (м. Київ, 2018 р.);

Публікації

За темою дисертаційних досліджень було опубліковано 1 наукова праця, з яких: 1 теза доповіді у збірнику матеріалів конференції.

Ключові слова

Система пожежної безпеки, методи виявлення небезпечної ситуації, мережі і стандарти побудови, вибір і розрахунок основних елементів, модуль безпроводної передачі.

Abstract

Actuality of theme

In this final work, the possibility of application and realization of wireless technology J-NET-SP in fire safety systems is considered.

The project considers the theory, the principle of construction and features of the wireless network, existing varieties of technology, as well as the choice and justification of network implementation based on the standard 802.15.4.

In the technical and economic part was compiled calculation of capital costs for the construction of the network. In addition, issues of safety of work and life were considered.

The purpose and tasks of the study

The purpose of the study is to increase the probability of the results of ultrasound defectoscopy by using the methods of statistical phaseometry for the processing of informative signals.

During the research the following tasks were solved:

1. To develop the basis of the fire safety system management program. To justify the use of circular statistics for the detection of a dangerous situation.
2. Explore already known types of wireless networks for data transfer to the control panel.
3. To develop a method of detecting a dangerous situation with the use of fire systems and its further development.
4. Analyze the probability of detecting malfunctions. List the spooks and disadvantages of using this system.

The object of research is the process of fire detection and data transmission using wireless networks.

The subject of research is the method of fire detection and data transmission using wireless networks.

The research methods are based on the use of theoretical foundations for the construction of a fire safety system. Addition of the system will be the use of

wireless networks for data transmission to the remote control DSNS. Writing a code to process results in a Delphi environment.

Scientific novelty of the obtained results:

1. The method for detecting fire hazards using wireless networks was first proposed. Which, in turn, allow you to increase the likelihood of detecting a hazard and warn them in a timely manner.
2. The use of wireless networks for data transmission is substantiated. What ensures system performance in critical conditions.
3. For the first time, it is proposed to choose the threshold of decision-making by a system that determines the faithfulness of the performed actions while not threatening human life. This, in turn, will increase the likelihood of localization of a dangerous situation and detect a fire at the beginning of smear.

Practical significance of the results of the dissertation:

1. A computer simulation is performed that depicts the dependence of the signal on the distance between the transmitters and the distance to the walls. The simulation was performed for the five-channel model and for the six-channel model.
2. The proposed method of detecting a dangerous situation can increase the likelihood of the results of the fire detection and timely warning it, which is confirmed by theoretical and model research;
3. An algorithm for calculating the adaptive threshold is proposed, depending on the estimates of the mathematical expectation. Noise calculation and loss line data transmitted.
4. The recommendations for selecting the parameters of the modes of the processing of signals, namely the gain factor and the aperture of the window function, are made, which allows to maximize the probability of detecting noise and losses in the absence of a priori information about the carrier signal frequency.

Approbation of the results of the dissertation

The main provisions and results of work were reported at the following conferences: Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists "A View to the Future of Instrumentation" (Kyiv, 2018);

Publications

On the topic of dissertation research published 1 scientific work, of which: 1 thesis of the report in the collection of conference materials.

Keywords

Fire safety system, methods of detecting a dangerous situation, network and standards of construction, selection and calculation of basic elements, module of wireless transmission.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1. БЕЗПРОВІДНА ТЕХНОЛОГІЯ J-NET-SP СТАНДАРТУ 802.15.4	11
1.1 Актуальність побудови мережі J-NET-SP	11
1.2 WPAN мережі і стандарти IEEE 802.15.4.....	13
2. ВИБІР І РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ.....	17
2.1 Перетворювач.....	17
2.2 Модуль безпроводної передачі.....	22
2.3 Рекомендації по організації протоколу зв'язку	23
2.4 Організація ДПЛС.....	24
2.5 Розрахунок загальних характеристик приладу.	26
3. СИСТЕМА ДЛЯ ПОБУДОВИ БЕЗПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДУЛЕЙ.....	33
3.1 Архітектура протоколу мережі.....	33
3.2 Побудова і принцип роботи	36
4. ВИКОРИСТАННЯ БЕЗДРОТОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ J-NET-SP В ПОЖЕЖНИХ СИСТЕМАХ БЕЗПЕКИ.....	44
4.1 Пристрої для побудови бездротової мережі.....	44
4.2 Продукція компанії Freescale.....	47
4.3 Продукція компанії Texas Instruments (Chipcon)	49
4.4 Продукція компанії Digi.....	50
4.5 Пожежна система безпеки з використанням бездротових модулів.....	51
5. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	62
5.1 Організація пожежної безпеки.....	62
5.2 Розрахунок зони дії сигналу	64
5.3 Розрахунок шумів	68
5.4 Розрахунок лінії втрат	70
6. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ «СИСТЕМА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ НА ОСНОВІ БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖ»	72

6.1. Опис ідеї проекту	72
6.1.1 Технологічний аудит ідеї проекту.....	74
6.2 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	75
6.3 Розроблення ринкової стратегії проекту	82
6.4. Висновки до розділу	88
ВИСНОВОК.....	90
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	91

ВСТУП

Завдання побудови різних систем, що використовують бездротові канали там, де раніше в якості ліній зв'язку використовувалися дроти, актуальні в самих різних прикладних областях. Особливо важливим є питання переходу на бездротовий зв'язок в розподілених системах збору даних, управління і автоматизації, де число пристроїв в мережі може досягати сотень і тисяч.

Практичне використання бездротових систем довгий час було недосяжним через низьку надійності радіоканалу в порівнянні з провідним з'єднанням, високу вартість і високого енергоспоживання елементної бази, а також через труднощі з установкою і налаштуванням системи на об'єкті установки. Зараз бездротові системи збору даних, управління і автоматизації і їм подібні стали реальністю завдяки технологіям бездротових мереж малого радіусу дії і появи на ринку наборів мікросхем, радіомодулів і модемів, а також розвиненого програмного забезпечення, що підтримує стандартні протоколи управління і передачі даних.

На сьогоднішній день "в побуті" ми найчастіше застосовуємо як мінімум три стандарти бездротового зв'язку по радіоканалу: GSM як відмінний засіб для телефонії, WiFi для домашніх і офісних мереж і Bluetooth для підключення пристроїв і периферії. Однак цього набору стандартів недостатньо для оптимального вирішення всіх "мережевих завдань". У відповідь на запити потенційних користувачів з'являються численні "альтернативні" специфікації. Одна з них - IEEE 802.15.4 і пов'язаний з нею стандарт J-NET-SP.

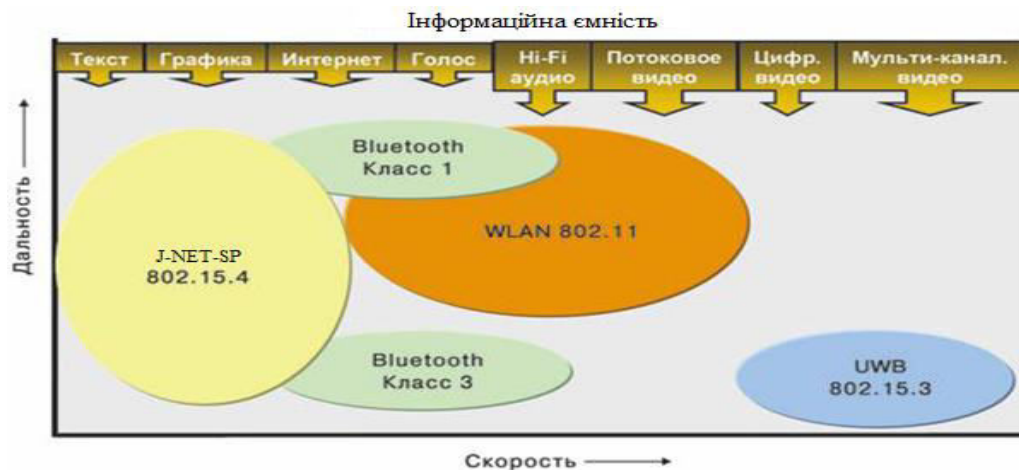
У даній роботі розглядається можливість застосування технології J-NET-SP стандарту 802.15.4 в надзвичайних ситуаціях і проектується система пожежної безпеки з використання бездротових пристроїв.

1. БЕЗПРОВІДНА ТЕХНОЛОГІЯ J-NET-SP СТАНДАРТУ 802.15.4

1.1 Актуальність побудови мережі J-NET-SP

У 2001 р. Інституту інженерів електротехніки та електроніки IEEE було запропоновано виробити стандарт, що відноситься до сімейства бездротових персональних мереж WPAN і отримав позначення 802.15.4. У 2002 р був заснований альянс J-NET-SP. Альянс J-NET-SP - швидко зростаючий некомерційний промисловий консорціум компаній-лідерів ринку напівпровідникових компонентів, технологічних компаній, OEM-виробників і кінцевих споживачів з усього світу. Альянс розробляє глобальну специфікацію стека J-NET-SP для високонадійних, рентабельних, енергоекономічних бездротових додатків, використовуючи механізм передачі пакетів даних IEEE 802.15.4.

Будь- який стандарт, будь то інтерфейс проводового обміну даними або бездротовий зв'язок, створюється для вирішення свого кола завдань. Наприклад, WiFi дозволяє зв'язуватися на середніх відстанях з відносно великими швидкостями передачі даних; дозволяючи передавати відео та аудіо, WiFi орієнтований на застосування для доступу бездротових пристроїв в корпоративні мережі та Інтернет. Також стандарт Bluetooth призначений для передачі даних на малих відстанях. Bluetooth істотно програє в швидкості WiFi; він ідеальний для передачі потокового аудіо або відео, наприклад, між компонентами домашнього кінотеатру. Основне завдання, яке вирішується за допомогою J-NET-SP, - передача невеликих обсягів даних на середні відстані. Специфічність призначення J-NET-SP полягає в тому, що приймально-передавальні пристрої цього стандарту повинні мати мінімальне енергоспоживання. З IEEE 802.15.4 і J-NET-SP не можна відтворити належне якісне аудіо або відео високої якості, зате можна реалізувати складні схеми моніторингу та управління практично в будь-якій сфері.



Малюнок 1.1 Класифікація основних бездротових стандартів

Основна мета альянсу - вироблення єдиної специфікації програмного стека протоколів J-NET-SP, що підтримує різні мережні типу «зірка», «кластерне дерево», «многоячейковая мережу» з функціями безпеки і сумісними профілями різних додатків. Специфікація J-NET-SP дозволяє реалізовувати бездротове мережеве рішення, засноване на єдиному глобальному стандарті, з підтримкою швидкостей передачі до 250 Кбіт / с, вкрай низьким енергоспоживанням, що забезпечує захист інформації і надійність системи. Таким чином, J-NET-SP - це альянс компаній, що розробляють програмне забезпечення додаткового мережевого шару над рівнями стандарту 802.15.4. Члени альянсу визначають нові ринки застосування сумісних бездротових мереж. Завдяки участі в консорціумі все його активні члени мають повний доступ до всієї технічної інформації за технологією J-NET-SP і можливість впливати на специфікацію J-NET-SP. Технологія J-NET-SP зайняла раніше пумту нішу радіоінтерфейсів яку заповнювали пристрої і технології з більш високими технічними характеристиками і, відповідно, дорожчі, або рішення, що базуються на окремих мікросхемах радіотрансмісерів різних виробників електронних компонентів, які не мають під собою жорстко стандартизованою бази. Розробники змушені були йти на підвищені витрати при вирішенні простих

завдань або створювати власні протоколи передачі і програмні стеки для персональних бездротових мереж, що також позначалося на вартості кінцевого виробу і терміни виходу готового продукту на ринок. В результаті часто губилися новизна і інтерес ринку до продукції. J-NET-SP / 802.15.4 є єдиною стандартизованою бездротовою технологією, спочатку націленою на наступні програми моніторингу та контролю, розподілені мережі датчиків, на розгортання бездротових інформаційних мереж для малопотребляючих систем, використовуваних в комерційній, промисловій і домашній автоматизації:

- системи управління освітленням (промислові, муніципальні і домашні);
- промислова і домашня автоматизація і управління (опалення, вентиляція і кондиціонування (ОВК), допоміжні пристрої та обладнання);
- споживча електроніка (мультимедіа / розважальні системи, портативна електроніка), побутова техніка (пральні машини, кавоварки, кондиціонери, повітряні фільтри і т.д.);
- периферійне устаткування ПК: миша, клавіатура, ігрові приставки, джойстики;
- системи сигналізації та безпеки, аварійного оповіщення, системи контролю доступу, безконтактні ключі, датчики диму, газу, руху, полум'я, температури, тиску і т.д .;
- пристрої медичної діагностики пацієнта, моніторинг стану спортсменів, біодатчики та медичне обладнання;
- віддалені управління і контроль технологічних процесів, управління рухомими апаратами, верстатами, промисловим устаткуванням, холодильними установками, пристроями дистанційного збору даних, телеметрія;
- моніторинг промислових і портових активів, логістика;

- моніторинг систем водо-, газо- і теплопостачання, системи управління і інструментального контролю електроенергії, системи житлово-комунального господарства (ЖКГ);

- бездротові пристрої обміну інформацією, радіомодеми, радіопередача

- автомобільна електроніка (системи контролю тиску в шинах, протиугінні системи, системи ідентифікації і діагностики) і т.д.

Одним з основних переваг стандарту J-NET-SP / 802.15.4 є простота установки і обслуговування подібних пристроїв. Особливості специфікації J-NET-SP дозволяють без будь яких проблем розгортати бездротові особисті мережі: «Ви виймаєте пристрій з коробки, вставляєте в нього батареї і натискаєте відповідну кнопку. Моменту піднесення два пристрої один до одного і утримуєте натисненими кнопки до тих пір, поки не будуть горіти зеленого кольору «світлодіоди ». Таким чином ми робимо об'єднання двох пристроїв в одну мережу або прив'язка. Наприклад, перемикача світла в лампі. Реалізація даного принципу вбачає впровадження J-NET-SP-модулів в усі нові прилади і системи як в невеликих приміщеннях (будинок, офіс), так і на підприємствах (промислова зона, заводи) [1].

1.2 WPAN мережі і стандарти IEEE 802.15.4

На сьогоднішній день широкого поширення набули такі три сімейства стандартів для побудови бездротових обчислювальних мереж:

- IEEE 802.11 - Wireless Local Area Network (WLAN - бездротові локальні обчислювальні мережі);

- IEEE 802.15 - Wireless Personal Area Network (WPAN - бездротові персональні обчислювальні мережі);

- IEEE 802.16 - Broadband Wireless Access (BWA - бездротовий широкопasmовий доступ).

Перед нами не стоїть мета проводити детальний аналіз кожного зі стандартів бездротових мереж. В даному розділі основна увага буде приділена WPAN-мереж, зокрема, мереж J-NET-SP і новому в сімействі персональних бездротових мереж стандарту IEEE 802.15.4. Сімейства мережевих стандартів 802.11 і 802.16 наводяться тут лише для порівняння.

Бездротова персональна обчислювальна мережа WPAN є локальну мережу з малим радіусом дії, як правило, не перевищує 15 ... 20 м, і призначається для заміни кабельних з'єднань між персональними комп'ютерами, а також для зв'язку з різноманітною периферією і мультимедіа пристроями (КПК, принтери, факси, сканери, стереосистеми, і т.д.). Однак деякі WPAN-мережі здатні працювати на дальності до 100 м (J-NET-SP, Bluetooth). Першим стандартом, здатним реалізувати ці завдання, став IEEE 802.15.1. Стандарт базується на специфікації Bluetooth v1.x і визначає фізичний рівень (PHY layer) і рівень доступу до середовища (MAC layer). Наступним кроком у розширенні сімейства 802.15 було створення стандарту, що забезпечує взаємодію пристроїв класів 802.11 і 802.15. Незабаром для пристроїв, що працюють в зоні WPAN-мереж, виявилось недостатньо швидкостей, які забезпечуються Bluetooth. Виникла потреба у виробленні стандарту, що дозволяє створювати бездротової канал даних з пропускною спроможністю в десятки і сотні Мбіт / с (IEEE 802.15.3). Перераховані вище стандарти відмінно підходять для передачі великих обсягів інформації (голосу, даних, відео) з високою швидкістю (від 1 до 200 Мбіт / с). Пристрої на їх основі здатні працювати в повністю автономному режимі (від батарей і акумуляторів) на дальності від 10 до 100 м. Саме ці стандарти дозволяють замінити дротяні з'єднання в пристроях, з якими ми маємо справу щодня (комп'ютери, обчислювальні мережі). Однак існує величезна безліч на перший погляд непомітних систем (різноманітні датчики, системи збору інформації та т.д.), що володіють специфікою, внаслідок чого в такого роду додатках неможливо зі стовідсотковою ефективністю використовувати

згадані технології. Для реалізації подібних завдань був вироблений стандарт IEEE 802.15.4 (J-NET-SP) для низькошвидкісних WPAN-мереж

(див. Рисунок 1.2).

Очевидно, що бездротові мережі короткого радіусу дії будуть взаємодіяти між собою. Планується розробити обладнання, яке виконує функції шлюзу між різними бездротовими мережами.

Так, якщо система безпеки, побудована на J-NET-SP, виявить зловмисника, вона з'єднається з мережею IEEE 802.11, щоб сповістити про це комп'ютер, а той, у свою чергу, передасть SMS на мобільний телефон господаря або подзвонить в службу охорони. Порівняльні характеристики стандартів сімейства 802.15 і стандарту 802.11b наведені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 Порівняння стандартів сімейств 802.15. і 802.11b

Стандарт	802.15.4 J-NET-SP			802.15.1 Bluetooth	802.11b Wi-Fi
Додатки	Моніторинг, управління			Голос, данні	Данні, відео
Частота, ГГц	0.868	0.915	2.4		
Переваги	Ціна, енергосбереження, розміри			Ціна, передача голосу	Швидкість, гнучкість
Макс.швидкість	25 кбит/с	45 кбит/с	260 кбит/с	1 мбит/с	10 мбит/с и более
Дальність, м	10-100, 1000			100	100
Чутливість, дБм (сред).	-92			-70	-76
Размір скла , кБайт	4-32			>250	>1000
Термін служби батареї, днів	100-1000			1-7	0,5-1

Виходячи з наведених характеристик, найближчими конкурентами є технології Bluetooth і J-NET-SP. Відповідно, приблизно схожі області їх застосування - бездротові пристрої домашнього і промислового призначення, включаючи системи дистанційного керування, комп'ютерної периферії і т.д. Однак на відміну від технології Bluetooth, J-NET-SP розроблена для додатків,

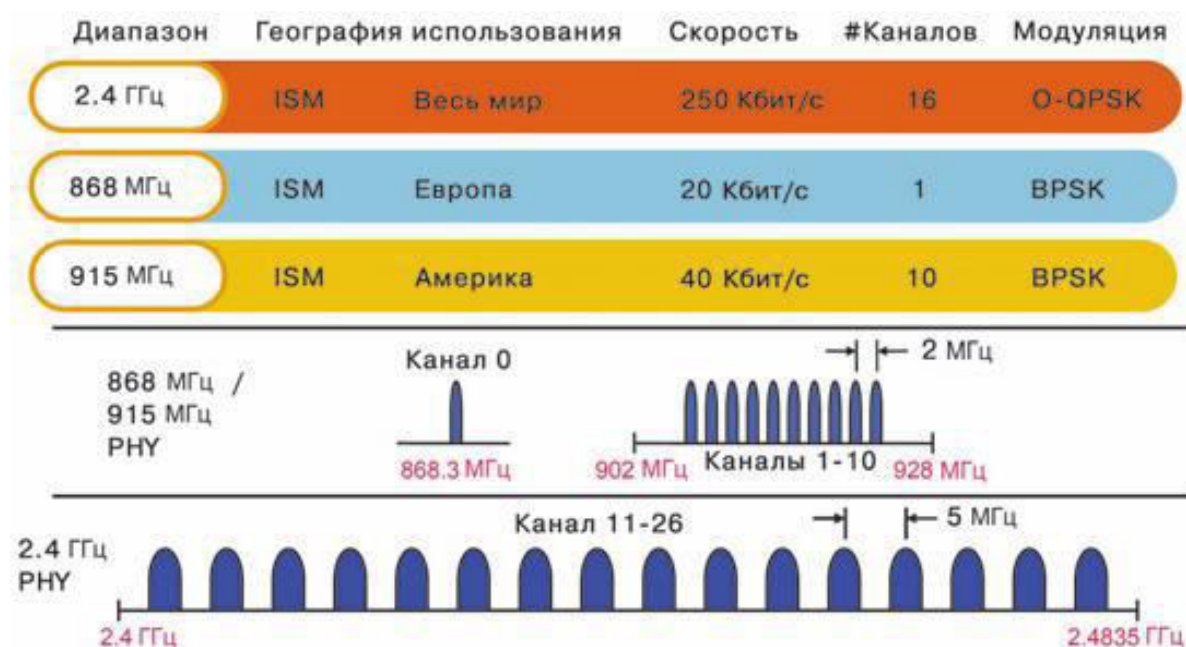
одним з ключових вимог яких є низьке енергоспоживання. Періоди активності пристроїв, виконаних за технологією J-NET-SP, можуть бути вкрай малі, що забезпечує тривалий термін служби батарей. Крім того, мікросхеми Wi-Fi і Bluetooth занадто дорогі для організації на їх основі великих мереж різноманітних пристроїв в масштабах підприємств і офісних будівель, а стандарт 802.15.4 / J-NET-SP дозволяє розробляти бездротові інтерфейси з мінімальними витратами, що забезпечується простотою схемотехніки, мінімальною кількістю зовнішніх пасивних елементів, програмним забезпеченням стека, що використовують відведений йому обсяг пам'яті з високою ефективністю (див. таблицю 1.1). Стандарт дозволяє створювати мережі з многаєйковою топологією, таким чином обслуговуючи дуже велике число вузлів і збільшуючи дальність зв'язку без додаткових витрат на підсилювачі потужності.

Технологія J-NET-SP не призначена для передачі великих обсягів інформації, як Wi-Fi або Bluetooth. Однак для передачі, наприклад, показань датчиків, обсяг яких рідко перевищує десятків байт, не потрібно високих швидкостей - в цьому випадку обов'язкові високі показники по енергоспоживанню, ціною і надійності. Більшість пристроїв J-NET-SP буде працювати за наступним алгоритмом: пристрій які знаходиться в «сплячому» стані практично весь свій час, забезпечуючи оптимальний режим збереження енергії. При надходженні інформації або під час наступного сеансу зв'язку пристрій активізується, передає дані і знову переходить в енергозберігаючий режим. Тимчасові затримки при цьому складають 20 мс для підключення нового пристрою, 10 мс для переходу з «сна» в активний стан, 10 мс для доступу до каналу зв'язку. Так вдається продовжити тривалість роботи батарей до 15 років і більше в залежності від типу програми та тривалості робочого тиску, причому струм може складати близько 10 ... 25 мА, а в режимі «сна» - менше 2 мкА. В результаті, затримки по відгуку настільки малі, що людина, увійшовши в кімнату і клацнувши перемикачем бездротового зв'язку J-NET-SP, навіть не помітить, що світ з'явився майже

миттєво, в той час як затримки при підключенні устаткування мережі Bluetooth становлять близько 3 с.

Стандарт IEEE 802.15.5 для бездротових малошвидкісних персональних мереж (WPAN) визначає фізичний рівень РНУ і рівень доступу до середовища MAC. Рівень РНУ забезпечує доступ до фізичного середовища поширення радіосигналу: задає частоту модуляції, швидкість та інші параметри сигналу, безпосередньо здійснює прийом і передачу. Рівень MAC здійснює додавання і висновок з мережі пристроїв, контролює доставку пакетів даних, забезпечує автоматичне підтвердження прийому (квітірованія) даних, реалізує механізми доступу до каналу передачі, підтримує 128-бітове AES-шифрування і інші функції. Специфікація стека J-NET-SP визначає мережевий рівень, тип безпеки і доступу до додатка і може користуватися спільно з рішеннями на базі стандарту 802.15.4 для забезпечення взаємодії між різними пристроями. Ключові функції РНУ-рівня включають в себе контроль якості зв'язку та аналіз каналів. Доступ до середовища в частотних діапазонах ISM (Industrial, Scientific and Medical), фізичний рівень використовує подвійну фазову маніпуляцію (BPSK) на частотах 878/916 МГц і квадратичну фазову маніпуляцію зі зміщенням (O-OPSK) на частоті 2,4 ГГц. Для доступу до каналу використовується механізм множинного доступу до середовища з контролем і запобіганням колізій (CSMA-CA). Цей механізм, заснований на виявленні стану каналу зв'язку до того як почати передачі, дозволяє істотно скоротити зіткнення, викликані передачею одночасно кількома пристроями. Стандарт 802.15.5 ґрунтується на напівдуплексній передачі даних (пристрій може або передавати, або приймати інформацію), що дозволяє використовувати метод CSMA/CA тільки для запобігання колізій, а не для їх виявлення. Дальність розповсюдження сигналу зазвичай становить 30 ... 50 м, проте при використанні зовнішніх підсилювачів потужності, малошумні підсилювачів і узгодженої антени дальність може досягати 100 м без істотних втрат в швидкості. Пропускна здатність безпосередньо залежить від обраної частоти. Максимальна швидкість

передачі, що дорівнює 260 Кбіт / с, досягається в діапазоні 2,5 ГГц (16 каналів з кроком 4 МГц). Для частот 878 МГц (1 канал) і 902 - 938 МГц (10 каналів з кроком 3 МГц) швидкості передачі рівні відповідно 25 Кбіт / с і 50 Кбіт / с.



Малюнок 1.2-Коротка характеристика стандарту 802.15.5

Очікується, що левову частку ринку бездротових пристроїв J-NET-SP / 802.15.4 будуть утримувати рішення діапазону 2,4 ГГц. Це пов'язано, перш за все, з тим, що в Європі в діапазоні 868,3 МГц доступний лише один канал, а діапазон 915 МГц дозволено тільки в США, Канаді, Кореї та Австралії. В результаті субгігагерцові діапазони є потенційно непривабливими для OEM-виробників, в той час як діапазон 2,4 ГГц дозволений для використання практично в усьому світі, що є одним з найважливіших критеріїв при визначенні характеристик майбутніх пристроїв. Однак надалі в системах комерційного призначення можлива поява шлюзів, що зв'язують J-NET-SP-пристрої в різних частотних діапазонах стандарту 802.15.4. За даними агентства InStat / MDR, протягом п'яти років, починаючи з 2004 р, в співвідношенні обсягів споживання субгігагерцових і 2,4 ГГц трансиверів

стандарту 802.15.4 не відбудеться яких-небудь значних змін. Обсяг ринку 2,4 ГГц мікросхем становитиме 65 ... 75% від загального ринку пристроїв J-NET-SP / 802.15.5. Одним з небагатьох недоліків діапазону 2,5 ГГц можна вважати деяку насиченість його спектра абонентами різного походження (мікрохвильові печі, бездротові телефони на частотах 2,4 ГГц, пристрої Bluetooth і 802.lib). Перевага субгігагерцових діапазонів полягає в меншій насиченості і кілька збільшеної дальності передачі при інших рівних умовах в порівнянні з діапазоном 2,4 ГГц. Поширений в Європі діапазон 868,3 МГц незабаром може отримати додатковий стимул у розвитку, що, ймовірно, позначиться на інтерес до нього з боку OEM-виробників. Європейський інститут стандартів з телекомунікацій (ETSI) знаходиться в процесі отримання дозволу на використання додаткових каналів в даному діапазоні, проте процес може затягнутися на роки [1].

2.ВИБІР І РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

2.1 Перетворювач

Центральна панель пожежної сигналізації. Для організації єдиної системи на всій території заводу необхідна дуже продуктивна адресно-аналогова панель ПС. Її основною функцією є збір інформації з локальних контрольних приладів і прийняття рішень, виходячи з отриманої інформації. Крім того, необхідно вести запис подій і володіти достатнім ресурсом для розширення системи.

Таким чином, можемо ввести наступні основні вимоги для ЦКП:

- Число контрольованих шлейфів- більше 30 (10 корпусів, по 3 шлейфа)
- Число адресних пристроїв в шлейфі -більш 127
- Можливість підключення повторителів, для контролю пожежної ситуації в будь-якій точці заводу.

- Інтерфейс для підключення пристроїв на відстані більше 1,5 км.
- Робота з популярними протоколами передачі даних.

Перед тим, як вибирати обладнання, потрібно розглянути вже використовується. Існуючі цеху заводу контролюються панеллю Juno-NET, виробника Global Fire Equipment (рис. 3.1.)



Рис. 2.1. Контрольна панель Juno-NET

JUNONET— потужна аналогово-адресна система з широкими мережевими можливостями, яка дозволяє створювати надійну протипожежну захист розподілених комплексів будівель.

Модульна конструкція і розподілене управління дозволяють підключати до системи до 96 шлейфів. Високий рівень надмірності системи поряд з функцією резервного копіювання широким спектром інтерфейсів, дозволяють вважати JunoNet ідеальним рішенням для найвідповідальніших інсталяцій і ефективного захисту великих площ.

JUNONET доступна у вигляді автономної системи на 13 шлейфів в одному боксі, яка так само може бути розширена до 96 шлейфів за допомогою об'єднаних в мережу додаткових панелей, які можуть розміщуватися в глухих боксах або комбінуватися з повторювачами для дистанційного контролю і управління всією системою. Об'єднання в мережу можливо за допомогою RS422 / RS485, TCP / IP або оптоволоконного з'єднання.

Мережеві можливості JUNONET доповнені великим набором програмних опцій, які дозволяють налаштувати систему точно відповідно до завдань споживача. Інтерактивне графічне відображення системи виводиться

на комп'ютер оператора за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення ODYSSEY.

Всі пристрої системи можуть бути позначені на плані будівлі з відображенням їх статусу в реальному часі. У разі виникнення пожежі чи несправності, оператор може контролювати систему і отримувати будь-яку необхідну інформацію за допомогою декількох натискань кнопки миші.

Автоматична адресація пристроїв при запуску системи зменшує тимчасові витрати на цьому етапі. У режимі програмування JUNONET автоматично розпізнає підключені пристрої і їх адреси. Час готовності панелі до роботи складаємо менше двох хвилин.

Заводські налаштування гарантують готовність системи до реєстрації подій ПОЖЕЖА / НЕСПРАВНІСТЬ з моменту підключення живлення.

Ключові характеристики:

- Повністю розширювана система (1-96 шлейфів) з розподіленим управлінням для підвищеної надійності;
- 127 адресних пристроїв на шлейф;
- До 96 сповіщувачів на шлейф (32 індивідуально-запрограмованих адрес на шлейф);
- До 96 сверхслаботочних звукових і світлових оповіщувачів серії VULCAN2. До 64 пристроїв на шлейф, якщо використовуються комбіновані пристрої цієї серії;
- Підтримується сумісність з більшістю адресно-аналогових протоколів;
- 2 релейних виходу при сигналі «ПОЖЕЖА» і 1 при сигналі «НЕСПРАВНІСТЬ» (НЗ);
- Виходи з відкритим колектором для індикації сигналів «ПОЖЕЖА», «НЕСПРАВНІСТЬ», «ПОПЕРЕДЖЕННЯ»;
- Мережеві повторювачі з опціональними інтегрованими додатковими панелями (J-NET-REP + LoopCard);
- 384 програмовані зони;

- 512 програмованих груп звукових оповіщувачів і командно-моніторних модулів;
- Журнал на 2000 подій;
- 4-х рядковий (40 знаків) LCD дисплей з підсвічуванням;
- Програмування: вбудована клавіатура, ГЧ пульт, ПО GFECconnector
- Графічний пакет ODYSSEY
- Підтримка протоколів MODBUS (ASCII & RTU) і BMS

Центральна панель JunoNet повністю задовольняє нашим вимогам і залишається великий ресурс для розширення системи в подальшому. Крім того, виробником представлені пристрої для віддаленого контролю і управління всією системою, що спрощує вибір локальних панелей і пристроїв-дублерів.

Ці пристрої використовують інформаційну шину подвійного резервування для додаткової безпеки та надійності. Інтерфейси можуть використовуватися паралельно з іншими подібними інтерфейсами, такими як RS485 і TCP / IP, надаючи інсталятору можливість створення мережі з панелей, репітерів і субпанелей, використовуючи суміш комунікаційних технологій для задоволення будь-яких вимог. Кожній панелі, субпанелі і дорепітери потрібно один такий інтерфейсний модуль. Максимальна довжина кільця 4 км. Рекомендується використовувати багатомодове волокно 62,5 / 125 nm з ST-коннекторами.

Таблиця 2.1. Технічні характеристики ЦКП

шлейфи	1-4, 275mA на шлейф
Звукові виходи	2 по 30В DC/400mA каждый
Релейні вих. «пожежа»	2 по 50В AC/DC 1A
Релейні вих. «несправність»	1 по 50В AC/DC 1A
живлення шлейфа	28В DC 600mA

Додаткові виходи	до 384 зон
Вхідна напруга	230+10%-15% В АС
Вихідна напруга	28В DC номінальне
Потужність джерела живлення	65Вт (1-3 шлейфа), 150Вт (4 шлейфа)
струм спокою	130мА (1-3 шлейфа), 180мА (4 шлейфа)
Батареї (вбудовані)	2x12В 12Ач
Розміри	376(В) x 346(Ш) x 139(Г) мм
вага	5,1кг (без батарей)
Робоча температура	0...+40°C
Температура зберігання	-10...+50°C
Вологість	IP21 (95% без конденсата)

2.2 Модуль безпроводної передачі

Інтерфейс RS-485

Інтерфейс RS-485 - один з найбільш поширених стандартів фізичного рівня зв'язку. Фізичний рівень - це канал зв'язку і спосіб передачі сигналу (1 рівень моделі взаємозв'язку відкритих систем OSI).

Мережа, побудована на інтерфейсі RS-485, являє собою приймачі, з'єднані за допомогою кручених пари - двох скручених проводів. В основі інтерфейсу RS-485 лежить принцип диференціальної (балансної) передачі даних. Суть його полягає в передачі одного сигналу по двох проводах. Причому по одному дроту (умовно А) йде оригінальний сигнал, а по іншому (умовно В) - його інверсна копія. Іншими словами, якщо на одному дроті "1", то на іншому "0" і навпаки. Таким чином, між двома

проводами кручений пари завжди є різниця потенціалів: при "1" вона позитивна, при "0" - негативна.

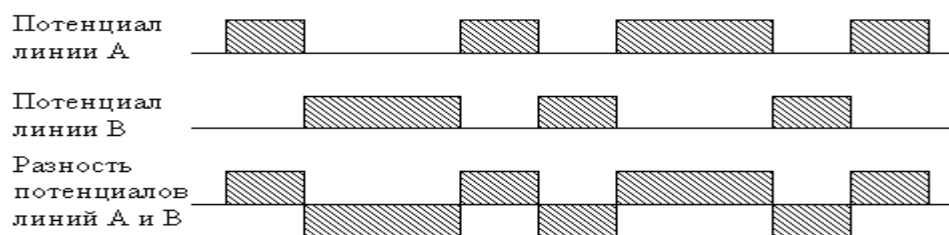


Рис. 2.2. Принцип работы RS-485

Саме цією різницею потенціалів і передається сигнал. Такий спосіб передачі забезпечує високу стійкість до синфазної перешкоди. Синфазною називають перешкоду, що діє на обидва дроти лінії однаково. Наприклад, електромагнітна хвиля, проходячи через ділянку лінії зв'язку, наводить в обох проводах потенціал. Якщо сигнал передається потенціалом в одному дроті щодо загального, як в RS-232, то наводка на цей провід може спотворити сигнал відносно добре поглинає наведення загального ("землі"). Крім того, на опорі довгого загального проводу буде падати різниця потенціалів земель - додаткове джерело спотворень. А при диференціальній передачі спотворення не відбувається. Справді, якщо два дроти пролягають близько один до одного, та ще перевиті, то наводка на обидва дроти однакова. Потенціал в обох однаково навантажених проводах змінюється однаково, при цьому інформативна різниця потенціалів залишається без змін.

2.3 Рекомендації по організації протоколу зв'язку

На фізичному рівні лінія зв'язку готова до роботи, проте, потрібен ще й протокол - домовленість між пристроями системи про формат посилок. За природою інтерфейсу RS-485 пристрою не можуть передавати одночасно - буде конфлікт передавачів. Отже, потрібно розподілити між пристроями право на передачу. Звідси основний поділ: централізований (одномастерний) обмін і децентралізований (многомастерний). У централізованій мережі один пристрій завжди провідне (майстер). Воно генерує запити і команди іншим (веденим) пристроїв. Ведені пристрої можуть передавати тільки по команді

ведучого. Як правило, обмін між відомими йде тільки через ведучого, хоча для прискорення обміну можна організувати передачу даних від одного відомого до іншого по команді ведучого. У децентралізованій мережі роль ведучого може передаватися від пристрою до пристрою або за певним алгоритмом черговості, або по команді поточного ведучого до наступного (передача маркера ведучого). При цьому ведене пристрій може у своїй відповіді ведучому передати запит на перехід в режим ведучого і очікувати дозволу або заборони. У загальному випадку посилка по послідовному каналу складається з керуючих байтів (синхронізація посилки, адрес відправника і одержувача, контрольної суми та ін.) і власне байтів даних. Протоколів існує безліч і можна придумати ще більше, але краще користуватися найбільш вживаними з них. Одним зі стандартних протоколів послідовної передачі є MODBUS, його підтримку забезпечують багато виробників промислових контролерів [2].

2.4 Організація ДПЛС

ДПЛС передбачає використання з'єднання між адресними пристроями (АУ) і контролером типу «шина», коли все АУ з'єднуються однією парою проводів («ДПЛС +» і «ДПЛС-»). Погоджують резистори не потрібні.

У ДПЛС допускається підключати до 127 пристроїв з певним типовим сумарним струмом споживання. Для прикладу, струм споживання більшості адресних пристроїв, наприклад, «ДПП-34А» дорівнює 0,5 мА, 127 сповіщувачів споживатимуть 63,5 мА.

При розрахунку довжини ДПЛС, для забезпечення стійкої працездатності УА, необхідно враховувати наступне:

- різниця напруги на вхідних контактах УА і вихідної напруги контролера не має перевищувати 3 В;
- опір лінії від контролера і до УА не повинно перевищувати 250 Ом.

- сукупна ємність проводів не має перевищувати 0,1 мкФ (100 нФ).

Для прикладу: струм споживання 125 сповіщувачів «ДПП-35А» дорівнює 64,5 мА, уявляємо що всі сповіщувачі встановлені в самому кінці лінії. Падіння напруги в 3 В створюватиметься при опорі ДЛПС що дорівнює приблизно 20 Ом. Для перетину 0,75 кв. мм, при вищевикладених в цих умовах, довжина ДЛПС складе ≈ 500 м, а для перетину 0,9 кв. мм ≈ 750 м. На об'єктах навантаження має розподілене характер і падіння напруги 2 В виникне при великих відстанях, але при цьому опір лінії до віддаленого АУ не повинно перевищувати 300 Ом.

Відгалуження в ДЛПС можуть бути, але при цьому необхідно враховувати сумарну ємність проводів (не більше 0,2 мкФ).

Як у двохпровідній лінії зв'язку бажано використовувати виту пару проводів.

Для збереження обміну між контролером і УА при несправності ДЛПС (коротке замикання, обрив) можна використовувати розгалужувальний-ізолюючі «БРИЗ», а також організовувати структуру ДЛПС у вигляді «дерева» чи «кільця».

При підрахунку довжини ДЛПС для підтвердження вірного обраного перетину кабелю і оптимізації витрат необхідно скористатися наступною методикою:

1. ДЛПС розбивається на ділянки, наприклад, від контролера до АУ1, від УА1 до УА2 і так далі аж до АУ n (n - кількість підключених АУ). Для кожної ділянки робляться підрахунки значення опорів $R_1 \dots R_n$.

2. Вважається падіння напруги U_1 на першій ділянці з опором R_1 з урахуванням сумарного струму використання всіх підключених після цієї ділянки - від УА1 до УА n .

3. Далі вважається падіння напруги U_2 на другій ділянці з опором R_2 з урахуванням сумарного струму використання всіх підключених після цієї ділянки - від УА2 до УА n .

4. Розрахунок падіння напруги на ділянках кола робиться до останнього УАп.

5. В результаті нам необхідно підсумувати отримані значення напружень $U_1 \dots U_n$, опорів $R_1 \dots R_n$ і електричної ємності проводів - значення які ми отримаємо не повинні перевищити зазначені в таблиці нижче.

Таблиця дозволяє без додаткових розрахунків використовувати кабелі з представленими параметрами жив при зазначених значеннях токопотребленіа адресних пристроїв при довільному розподілі УА по ДПЛС[3].

Таблиця 2.2. Максимальні значення довжин ДПЛС, км:

параметри жил кабелю - переріз, мм ² / діаметр, мм	Загальна (сумарна) потреба току АУ, мА			
	16	32	48	64
0,75 (1)	1,43*	1,23	0,82	0,61
1 (1,1)	1,33*	1,33*	1,11	0,83
1,5 (1,4)	1,25*	1,25*	1,25*	1,24
2,5 (1,8)	1,18*	1,18*	1,18*	1,18*

* - значення довжини ДПЛС обмежена сумарною електричною ємністю кабелю

В даній таблиці (таблиця 3) представлені максимальні значення довжин ДПЛС при різних параметрах жил кабелю і використовуваної сумарною

2.5 Розрахунок загальних характеристик приладу.

- Повністю розширювана система (1-96 шлейфів) з розподіленим управлінням для підвищеної надійності;
- 127 адресних пристроїв на шлейф;
- До 96 сповіщувачів на шлейф (32 індивідуально-запрограмованих адрес на шлейф);

- До 96 сверхслаботочних звукових і світлових оповіщувачів серії VULCAN2. До 64 пристроїв на шлейф, якщо використовуються комбіновані пристрої цієї серії;

- Підтримується сумісність з більшістю адресно-аналогових протоколів;

- 2 релейних виходу при сигналі «ПОЖЕЖА» і 1 при сигналі «НЕСПРАВНІСТЬ» (НЗ);

- Виходи з відкритим колектором для індикації сигналів «ПОЖЕЖА», «НЕСПРАВНІСТЬ», «ПОПЕРЕДЖЕННЯ»;

- 2 контрольованих виходу для аналогових звукових оповіщувачів на головній панелі і кожної додаткової;

- Мережеві повторювачі з опціональними інтегрованими додатковими панелями (J-NET-REP + LoopCard);

- 384 програмовані зони;

- 512 програмованих груп звукових оповіщувачів і командно-моніторних модулів;

- Журнал на 2000 подій;

- 4-х рядковий (40 знаків) LCD дисплей з підсвічуванням;

- Програмування: вбудована клавіатура, ІЧ пульт, ПО GFECconnector

- Графічний пакет ODYSSEY

- Підтримка декількох мов (вибір в меню)

- Підтримка протоколів MODBUS (ASCII & RTU) і BMS

Центральна панель JunoNet повністю задовольняє нашим вимогам і залишається великий ресурс для розширення системи в подальшому. Крім того, виробником представлені пристрої для віддаленого контролю і управління всією системою, що спрощує вибір локальних панелей і пристроїв-дублерів.

Діюча система використовує оптичний мережевий інтерфейс J-NET-INT-FO для зв'язку ЦКП з ЛП.

Інтерфейсні модулі J-NET-INT-FO дозволяють контрольним панелям GFE зв'язатися з репітерами і додатковими панелями по оптоволоконному кабелю, використовуючи для передачі даних кільцеву топологію.

Ці пристрої використовують інформаційну шину подвійного резервування для додаткової безпеки та надійності. Інтерфейси можуть використовуватися паралельно з іншими подібними інтерфейсами, такими як RS485 і TCP / IP, надаючи інсталятору можливість створення мережі з панелей, репітерів і субпанелей, використовуючи суміш комунікаційних технологій для задоволення будь-яких вимог. Кожній панелі, субпанелі і дорепітери потрібно один такий інтерфейсний модуль. Максимальна довжина кільця 4 км. Рекомендується використовувати багатомодове волокно 62,5 / 125 nm з ST-коннекторами.

шлейфи	1-4, 275мА на шлейф
Звукові виходи	2 по 28В DC/500мА каждый
Релейні вих. «пожежа»	2 по 50В AC/DC 1А
Релейні вих. «несправність»	1 по 50В AC/DC 1А
живлення шлейфа	28В DC 600мА
Додаткові виходи	до 384 зон
Вхідна напруга	230+10%-15% В AC
Вихідна напруга	28В DC номинальное
Потужність джерела живлення	65Вт (1-3 шлейфа), 150Вт (4 шлейфа)
струм спокою	130мА (1-3 шлейфа), 180мА (4 шлейфа)
Батареї (вбудовані)	2x12В 12Ач
Розміри	375(В) x 345(Ш) x 139(Г) мм
вага	5,1кг (без батарей)

Робоча температура	0...+40°C
Температура зберігання	-10...+50°C
Вологість	IP21 (95% без конденсата)

Таблиця 2.3. Технічні характеристики ЦКП

Локальна панель здійснює контроль пожежних шлейфів в конкретному цеху і управляє системами пожежогасіння, вентиляції та СОУЕ по команді центральної панелі.

Локальна панель повинна забезпечувати можливість:

- Підключення трьох або більше сигнальних шлейфів, по 127 адресних пристрою в кожному.
- Працювати по одному інтерфейсу і протоколу з головною панеллю
- Управління інженерними системами
- Переходити на автономну роботу, при обриві зв'язку.

Пристрій-дублер повністю відтворює інформацію з ЦКП з усіма функціями управління, що дозволяє збільшити кількість робочих місць в системі. Інформація про стан всієї системи відображається на РК-дисплеї в кожному цеху і диспетчерській.

Для вирішення цих завдань використовуються рішення компанії Global Fire Equipment. Як локальної панелі використовується субпанель J-NET-SP (рис. 2.3), а дублером служить мережевий повторювач J-NET-54-EP (рис. 2.4.)



Рис.2.3. субпанель J-NET-SP



Рис.2.4. мережевий повторитель J-NET-

54-EP

Субпанель J-NET-SP дозволяють розширити систему в групи з 1, 2 або 3 шлейфів. При виборі комплектації в боксі з первинним і вторинним джерелами живлення, який також містить джерело живлення на 5А, зарядний пристрій і місце для установки акумуляторних батарей, в бокс можна встановити до 9 шлейфів

З'єднання з системою здійснюється за допомогою RS422 / RS485, TCP / IP або оптоволокна.

Як і розроблено в нашій системі, субпанель J-NET-SP контролює до 3-х адресно-аналогових пожежних шлейфів (рис.2.5.). В разі повідомлення про несправності в головній контрольній панелі, J-NET-SP здатна діяти незалежно, подаючи сигнали ПОЖЕЖА / НЕСПРАВНІСТЬ і активуючи свої власні звукові оповісники та реле. Рекомендованим протоколом для зв'язку по шлейфу, є ХР95.

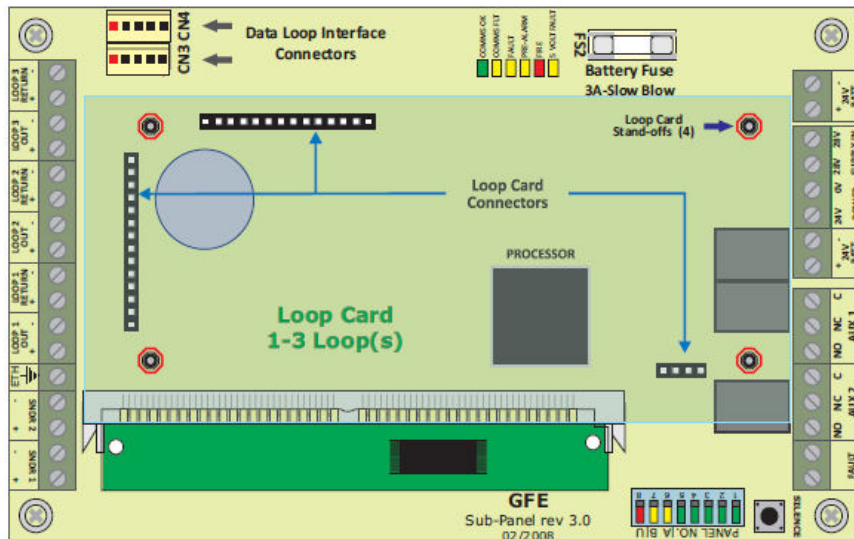


Рис.2.5. Схема субпанелі J-NET-SP

Модель	Субпанель J-NET-SP (плата)
шлейфи	1,2 или 3 шлейфа – макс. 270мА на шлейф
звукові виходи	2 по 28В DC/500мА каждый
Релейні вих. «Пожежа»	2 по 50В AC/DC 1А
Релейні вих. «Несправність»	1 по 50В AC/DC 1А
живлення шлейфу	28В DC 300мА
додаткові виходи	–
Вхідна напруга	–
Вихідна напруга	28В DC НОМИНАЛ
Потужність джерела живлення	–
струм спокою	90мА
Батареї (вбудовані)	2x12В 12Ач
Розміри	113(Д) x 180(Ш) x 26(В) мм

Вага (без батарей)	0,3кг (без батарей)
Робоча температура	0...+40°C
Температура зберігання	-10...+50°C
Вологість	–

Таблиця 2.4. Технічні характеристики J-NET-SP

Таблиця 2.5. Технические характеристики сетевого повторителя J-NET-EN54-REP

Модель	БЕЗ КАРТИ ШЛЕЙФА	З КАРТОЙ ШЛЕЙФА
Шлейфи	–	1,2 або 3 шлейфа – макс. 275mA на шлейф
Звукові виходи	2 по 28В DC/500mA кожен	2 по 28В DC/500mA кожен
Релейні вих. «пожежа»	2 по 50В AC/DC 1A	2 по 50В AC/DC 1A
Релейні вих. «несправність»	1 по 50В AC/DC 1A	1 по 50В AC/DC 1A
Живлення шлейфа	29В DC 500mA	29В DC 6500mA
додаткові виходи	до 384 зон	до 384 зон
Вхідна напруга	–	230+10%-15% В AC
Выходное напряжение	28 В DC НОМИНАЛ	28В DCномінальне
Потужність джерела живлення	–	65Вт
Струм холостого ходу	110mA	130mA без підключених до шлейфу приладів
Батареї (вбудовані)	2x10В 10Ач	2x10В 10Ач
Розміри	376(В) x 355(Ш) x 138(Г) мм	376(В) x 345(Ш) x 138(Г) мм
Вага(без батареї)	4,5кг (без	5,1кг (без батарей)

	батареї)	
Робоча температура	От 0 до +45С	От 0 до +45С
Температура зберігання	От -10 до +60С	От -10 до +60С

3. СИСТЕМА ДЛЯ ПОБУДОВИ БЕЗПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДУЛЕЙ

3.1 Архітектура протоколу мережі

Будь-стандарт, будь то інтерфейс проводового обміну даними або бездротовий зв'язок, створюється для вирішення свого кола завдань. Наприклад, WiFi дозволяє зв'язуватися на середніх відстанях з відносно великими швидкостями передачі даних; дозволяючи передавати відео та аудіо, WiFi орієнтований на застосування для доступу бездротових пристроїв в корпоративні мережі та Інтернет. Також стандарт Bluetooth призначений для передачі даних на малих відстанях. Bluetooth істотно програє в швидкості WiFi; він ідеальний для передачі потокового аудіо або відео, наприклад, між компонентами домашнього кінотеатру. Основне завдання, яке вирішується за допомогою J-NET-SP, - передача невеликих обсягів даних на середні відстані. Специфічність призначення J-NET-SP полягає в тому, що приймально-передавальні пристрої цього стандарту повинні мати мінімальне енергоспоживання. З IEEE 802.15.4 і J-NET-SP не можна передавати якісне потокове аудіо або відео високої чіткості, зате можна реалізувати складні схеми моніторингу та управління практично в будь-якій сфері.

Документ IEEE 802.15.4 описує частоти, апаратні особливості і інші параметри мережі, в той час як документ J-NET-SP містить в собі опис процесу мережевого управління, параметри безпеки, а також важливі поняття сумісності та профілів пристроїв [3].

Особливістю мереж IEEE 802.15.4-2006 є можливість реалізації практично будь-якої топології, включаючи стільниковий.

Стек протоколів J-NET-SP побудований за принципом ієрархічної сім'ярівневої моделі передачі даних у відкритих системах OSI (Open System Interconnection). Стек включає рівні стандарту IEEE 802.15.5, що відповідають за канал зв'язку, і програмні мережеві рівні і рівні підтримки додатків, визначені специфікацією Альянсу J-NET-SP. (Див. Рис 3.1)

Архітектура IEEE 802.15.5 визначає в свою чергу ряд рівнів, покликаних спростити стандарт. Кожен рівень відповідальний за одну частину стандарту і надає послуги вищерозташованих рівню.

Інтерфейси між рівнями визначають логічні зв'язки, описані в даному стандарті. Документ IEEE Std 802.15.4 визначає специфікації фізичного рівня (PHY) і підрівень доступу до мережевому середовищі MAC (Medium Access Control) для низькоскоростної бездротової середовища з портативними переносними пристроями і максимальною відстанню доступності POS (Personal Operating Space) рівним 10 метрам. При цьому передбачається, що при більш низьких швидкостях передачі можлива робота і на великих відстанях (<100 м).



Малюнок 3.1- Архітектура стека J-NET-SP / 802.15.4

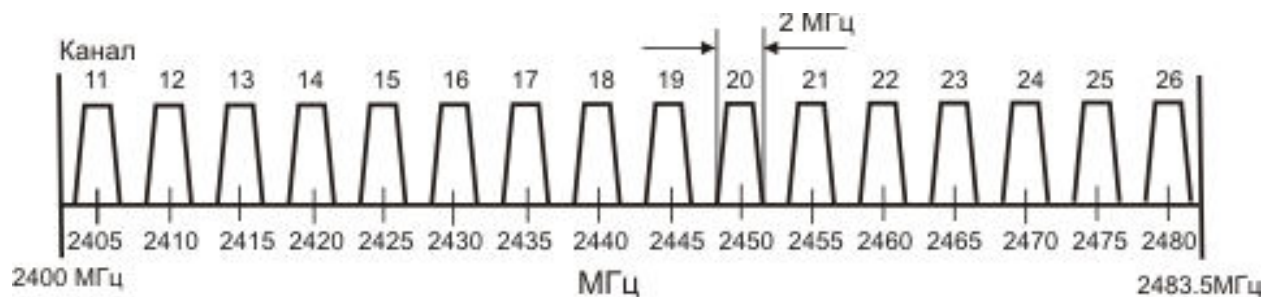
Фізичний рівень стека

Фізичний рівень РНУ надає два види послуг: інформаційний сервіс РНУ і сервіс управління, що забезпечує взаємодію з сервісом PLME (Physical Layer Management Entity) точки доступу SAP (відомий під назвою PLME-SAP). Інформаційний сервіс РНУ уможливорює передачу і прийом через радіоканал протокольних блоків даних PDU (Protocol Data Unit).

Стандарт визначає наступні швидкості передачі даних: 250 кбіт / с, 100кбіт / с, 40 кбіт / с і 20 кбіт / с. Прийом і передача даних здійснюється на фізичному рівні РНУ, який визначає робочий діапазон, тип модуляції, швидкість, число каналів: O-QPSK - квадратична фазова маніпуляція зі зміщенням для діапазону 2,4 ГГц (16 каналів, 250 Кбіт / с) , BPSK - двійкова фазова маніпуляція для частот 915 МГц (10 каналів, 40 Кбіт / с) і 868 МГц (1 канал, 20 Кбіт / с). Рівень РНУ здійснює активацію, відмикання приймача, детектування енергії сигналу на робочому каналі, вибір частотного каналу, індикацію якості зв'язку при отриманні даних і оцінку вільного каналу для протоколу CSMA-CA .Важливо розуміти, що стандарт 802.15.5 - це фізичне радіо (мікросхема радіопріємопередатчика), а J-NET-SP - це логіческаєть і програмний стек, що забезпечують функції безпеки і маршрутизації [2].

Радіоустаткування працює на одному з неліцензованому частотних діапазонах:

- 868-868.6 МГц (наприклад, для Європи)
- 902-928 МГц (для Північної Америки)
- 2400-2483.5 МГц (для решти світу)



Малюнок 3.2-Вибір радіоканалів в IEEE 803.15.4 (РНУ 2400 МГц) [4].

MAC рівень стека

Субуровень MAC надає два сервісу: інформаційний MAC-сервіс і сервіс управління MAC-рівня - забезпечення інтерфейсу для субрівнями управління MLME (MAC Level Management Entity) для точок доступу (відомих як MLME-SAP). Інформаційний сервіс MAC забезпечує прийом і передачу протокольних блоків даних MAC-рівня (MPDU) за допомогою інформаційного сервісу фізичного рівня.

Характерними особливостями субрівнями MAC є використання управління маяками (beacon), реалізація доступу, управління GTS (Guaranteed Time Slot), перевірка коректності кадрів, підтвердження доставки кадрів і т.д. Крім того, субуровень MAC забезпечує підтримку механізмів безпеки на прикладному рівні.

Даний стандарт опціонально дозволяє використання структури суперкадра. Формат суперкадра визначається координатором. Суперкадр обмежений мережевими маяками (beacon), посланими координатором (см.рисунок 3.2) і містить 16 рівних по тривалості тимчасових доменів. Вибрані моделі суперкадр може містити активну і пасивну секції. У неактивний період координатор може перейти в режим економного витрачання харчування. Кадр-маяк передається в першому домені кожного суперкадра. Якщо координатор не хоче використовувати структуру суперкадра, він відключить передачу маяків. Маяки потрібні для синхронізації підключених пристроїв, щоб ідентифікувати PAN, і описати структуру суперкадрів. Будь-який пристрій, що бажає здійснювати обмін в період CAP (Contention Access Period) між двома маяками, конкурує за це право з іншими пристроями, що використовують доменний механізм CSMA-SA. Всі обміни завершуються до моменту наступного мережевого маяка [4].

Характеристики MAC рівня:

- 64-бітна IEEE адресація, 16-бітна адресація всередині локальних мереж (теоретично максимальна кількість пристроїв в мережі 264,

організація простих мереж при використанні 16-бітної локальної адресації з бо́льшим ніж 65 тис. (2¹⁶) пристроїв).

Способи адресації:

- ідентифікатори: мережевий ID + ID пристрою (топологія «Зірка»);
- ідентифікатор Відправника / Одержувача (передача між рівноправними вузлами);
- входження в мережу / вихід з мережі автоматична / напівавтоматична організація мережі;
- формат пакетів повідомлень мережі J-NET-SP, максимальна корисна завантаження одного пакета даних становить 104 байта даних, максимальна довжина кадру дорівнює 127 байт;
- рівні безпеки:
- вільний доступ до мережі;
- список контролю доступу;
- таймери визначення затримок при передачі та актуальність пакетованих;
- шифрування з використанням 128-бітного симетричного ключа AES;
- механізм доступу в мережу, функції тимчасового поділу і гарантованих тимчасових інтервалів, доступ до каналу за допомогою протоколу CSMA-CA;
- підтримка мережевих топологій, включаючи з'єднання типу «точка - точка», «зірка», многоячейкової і кластерної топологій;
- оповіщення про надходження пакета даних, підтвердження прийому (ACK), 16-бітний контроль помилок (CRC);
- підтримка трьох класів пристроїв;
- пакетний / потоковий режими передачі[2].

3.2 Побудова і принцип роботи

Відповідно до технології J-NET-SP мережі бездротової передачі включають в свій склад пристрою декількох класів - полнофункціональні-

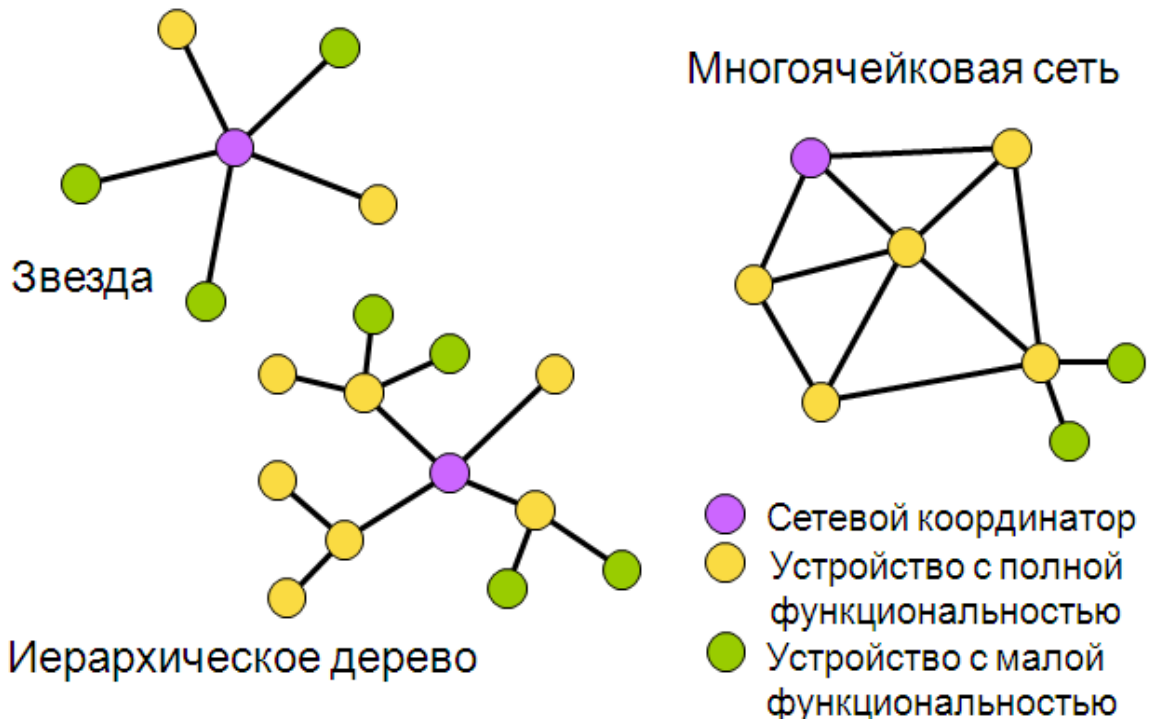
маршрутизатори (Full function device - FFD), пристрої-координатори (Coordinators - FFD з додатковими системними ресурсами в залежності від складності мережі) і пристрої з обмеженою функціональністю (Reduced function device - RDD). Пристрій забезпечують розширені можливості з побудови топології мережі, можуть виконувати роль координатора роботи мережі (головною станції радіомережі) і можуть обмінюватися повідомленнями з будь-якою іншою станцією мережі. Пристрої другого типу можуть працювати тільки в мережі зіркоподібною форми, не можуть виконувати функції координації роботи мережі обміну даними і мають спрощену конструкцію. Остання властивість - спочатку закладений в ідеологію технології нерівність можливостей пристроїв при їх роботі в єдиній мережі - як раз і дозволяє забезпечити їх надзвичайно низьке споживання [5].

У кожній локальній мережі J-NET-SP є тільки один пристрій-координатор. Основне завдання координатора полягає в установці параметрів і створення мережі, виборі основного радіочастотного каналу, в завданні унікального мережевого ідентифікатора. При цьому координатор є найбільш складним з трьох типів пристроїв, володіє найбільшим обсягом пам'яті і підвищеним енергоспоживанням (живлення від мережі). Маршрутизатор використовуються для розширення радіуса дії мережі, оскільки здатні виконувати функції ретрансляторів між пристроями, розташованими далеко один від одного. Пристрої підтримують будь-яку мережеву топологію J-NET-SP, можуть виконувати функції координатора і звертатися до всіх вузлів мережі (FFD і RFD).

Пристрої які мають обмежений набір функцій не беруть участі в маршрутизації, не можуть виконувати функції координатора, звертаються тільки до координатора локальної мережі (FFD устройству), підтримують з'єднання типу «точка - точка» і «зірка», грають роль кінцевих мережевих вузлів. На практиці більшість вузлів мережі є RFD-пристроями, а застосування FFD-пристроїв і координаторів необхідно для утворення мостів

зв'язку та відповідної мережевої топології. Як тільки маршрутизатори та інші пристрої підключаються до мережі, вони отримують інформацію про неї від координатора або будь-якого вже задіяного в мережі маршрутизатора і на основі цієї інформації встановлюють свої операційні параметри відповідно до характеристик мережі. Маршрутизатор J-NET-SP отримує таблицю мережевих адрес, які він розподіляє між підключилися до мережі кінцевими пристроями. Пристрій FFD використовує деревоподібну адресацію при прийнятті рішень про маршрутизацію. Для підвищення ефективності маршрутизації, алгоритм J-NET-SP дозволяє FFD-пристроїв використовувати скорочену адресацію. Кожен маршрутизатор, на якому передбачається використовувати скорочення, повинен підтримувати таблицю, яка містить пари виду DN, де D - це адреса цілі, а N - адреса наступного пристрою на шляху до цієї мети. Поєднання маршрутизації по деревовидному принципом і на основі таблиці забезпечує гнучкість роботи і надає розробникам вибір оптимального співвідношення ціна / продуктивність [3].

Стек J-NET-SP підтримує різні конфігурації мережі, в тому числі такі топології: «точка - точка», «зірка», «кластерне дерево (ієрархічне)» і «многоячейковая мережу» (див. Рис 3.3). Мережеві функції стека включають в себе сканування мережі для виявлення активних каналів, ідентифікацію пристроїв на активних каналах, створення мережі на незадіяних каналах і об'єднання з існуючою мережею в зоні персональної бездротової мережі, розпізнавання підтримуваних сервісів згідно з визначеними профілями пристроїв, маршрутизацію. Це дає їм змогу автоматично входити в мережу і виходити з неї, виключає небажані наслідки «збою в одній точці» за рахунок наявності декількох маршрутів до кожного вузла.



Малюнок 3.3- Варіанти топології мереж

Залежно від типу, кожен пристрій має певні мережеві функції:

- координатор сканує мережу і визначає вільні канали для організації мережі;

- маршрутизатор (FFD) сканує мережу, знаходить активні канали та намагається увійти до складу існуючої мережі або створює власну персональну мережу на правах координатора, якщо немає активних каналів або не відбулося об'єднання з активною мережею. Якщо відбулося об'єднання, згідно з правилами вже існуючої мережі координатор примикає локальної мережі перекладається в ранг маршрутизатора і передає всю інформацію про локальній мережі координатору існуючої мережі.

З сигнального пакета синхронізації від координатора новостворений маршрутизатор отримує необхідну інформацію про тимчасові параметри мережі для виявлення наступних сигнальних пакетів;

- кінцеве RFD пристрій завжди намагається увійти всуцествуючу мережу;

Топологія «кластерне дерево» забезпечує масштабованість мережі і розширення зони покриття, не вимагаючи додаткових витрат на інфраструктуру. Мережа типу «кластерне дерево» може включати в себе кілька підмереж з топологією «зірка» і пристроями з обмеженими функціями (RFD). Крім топологій типу «зірка» та «кластерне дерево» технологія J-NET-SP підтримує многоячейковий принцип побудови мереж. При такій топології будь-який мережевий вузол може виконувати також функції маршрутизатора для інших пристроїв в мережі. Якщо виникла перешкода на шляху сигналу від одного вузла до іншого (бетонна або металева перешкода і т.п.), вибирається альтернативний маршрут для передачі даних адресату.

Більш щільна концентрація мережевих вузлів призводить до більш захищеною, надійної системи. Якщо один з вузлів вийшов з ладу, маршрут автоматично визначається через інші вузли мережі, і в результаті мережа стає самовідновлювальною. Однак в многоячейковій мережі термін служби автономних джерел живлення зменшується за рахунок застосування методу синхронізувати доступу, збільшується складність визначення каналів передачі і відбувається затримка (десятки мілісекунд) при кожній пересилці повідомлення мережевим вузлом.

Всі вузли многоячейкової мережі здатні виявляти інші вузли і, розпізнавши один одного, обчислювати оптимальний шлях передачі пакетів, максимальну швидкість обміну, частоту виникнення помилок і час очікування. Розраховані значення передаються сусіднім вузлом, а оптимальний шлях передачі трафіку вибирається виходячи з потужності сигналів. Процеси виявлення вузлів і вибору шляху йдуть постійно, тому кожен вузол підтримує поточний список сусідів і при зміні їх розташування може швидко обчислити найкращий маршрут. Якщо якийсь вузол вилучається з мережі (для технічного обслуговування або внаслідок збою), сусідні вузли швидко змінюють конфігурацію своїх таблиць і заново визначають маршрути потоків трафіку. Це властивість самовідновлення і

подолання збоїв істотно відрізняє мережі з комірчастою топологією від мереж з жорсткою архітектурою [4].

Існує три види транзакцій передачі даних. Одна з них пов'язана з передачею даних координатору, якому передає інформацію мережеві пристрій. Друга транзакція пов'язана з пересилкою даних від координатора до інших мережних пристроїв. До третього виду транзакцій відноситься обмін даними безпосередньо між мережевими пристроями. У топології зірка використовуються тільки дві транзакції, так як можливий інформаційний обмін тільки між координатором і мережевим пристроєм. У топології P2P можлива реалізація всіх трьох видів транзакцій.

Механізм кожного типу обмінів залежить від того, чи підтримує мережу передачу маяків. Мережі PAN з підтримкою маяків використовуються в мережах, які або вимагають синхронізації, або підтримують мережеві пристрої, що вимагають малої затримки відгуку, такі як периферія РС. Якщо мережа не потребує синхронізації або малих затримках, вона може не використовувати кадри-маяки для стандартних обмінів. Однак маяки в будь-якому випадку потрібні для відновлення мережі.

Коли мережеві пристрій хоче передати дані координатору в мережі PAN з підтримкою кадрів-маяків, воно спочатку намагається детектувати кадр-маяк (beacon). Коли маяк виявлений, пристрій синхронізується зі структурою суперкадра. У відповідний момент часу, пристрій передає свій інформаційний кадр, використовуючи доменний алгоритм CSMA-CA, координатору. Координатор може опційно підтвердити успішну доставку шляхом посилки кадру підтвердження. Дана послідовність дій відображена на малюнку.3.4.



Малюнок 3.4- Передача даних координатору в PAN з використанням маяків (beacon)

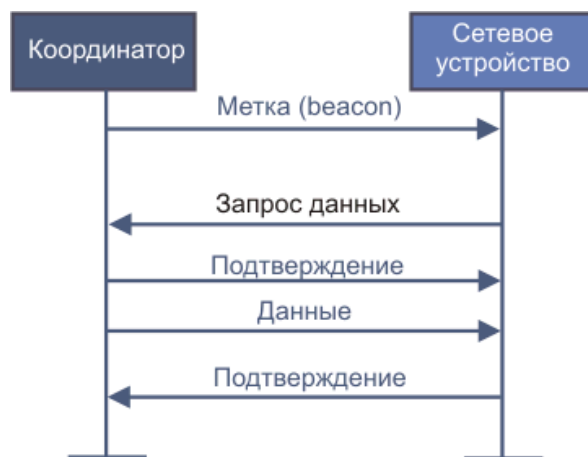
Коли мережеве пристрій хоче передати дані в мережі PAN без підтримки маяків, воно просто посилає інформаційний кадр координатору, використовуючи бездоменной схему CSMA-CA. Координатор опціонально підтверджує успішну доставку даних посилкою кадру підтвердження. Дана послідовність операцій відображена на рис. 3.5.



Малюнок 3.5- Комунації з координатором в PAN без міток

Коли координатор хоче передати дані мережевого пристрою в мережі PAN з підтримкою маяків, він визначає з мережевого маяка, які дані очікують відправки. Пристрій періодично прослуховує мережеві маяки (beacon), і якщо є очікує відправки повідомлення, передається MAC-команда

запиту даних, з використанням доменного механізму CSMA-CA. Координатор підтверджує отримання запиту даних за допомогою відповідного кадру (АСК). З використанням доменного механізму CSMA-CA очікує відправки кадр даних пересилається, якщо можливо, то відразу після підтвердження. Пристрій може підтвердити успішне отримання даних шляхом відправки кадру підтвердження. На цьому транзакція завершується. При успішному завершенні транзакції буде видалено зі списку які мають бути надіслані, який був записаний в маяку. Послідовність описаних дій представлена на малюнку 3.6.



Малюнок 3.6. Передача даних з комунікатора мережі PAN, що використовує маяки.

Коли координатор хоче передати дані мережевого пристрою в мережі PAN без підтримки маяків, він запам'ятовує дані для відповідного пристрою і виконує запит даних. Мережеве пристрій може встановити контакт з координатором шляхом відправки MAC-команди запиту даних, використовуючи механізм бездоменного CSMA-CA, зі швидкістю обміну, заданої додатком. Координатор підтверджує успішне отримання інформаційного запиту за допомогою кадру підтвердження. Якщо інформаційний кадр чекає відправки, координатор посилає влаштуванню кадр даних, використовуючи бездоменний механізм CSMA-CA. Якщо кадру даних, що чекає відправки немає, координатор фіксує цей факт або в пакеті

підтвердження, наступного за запитом даних, або в інформаційному кадрі з нульовою довжиною поля даних. Якщо потрібно, пристрій підтверджує успішне отримання кадру даних. Послідовність дій для даної схеми відображена на рис. 3.7 [5].

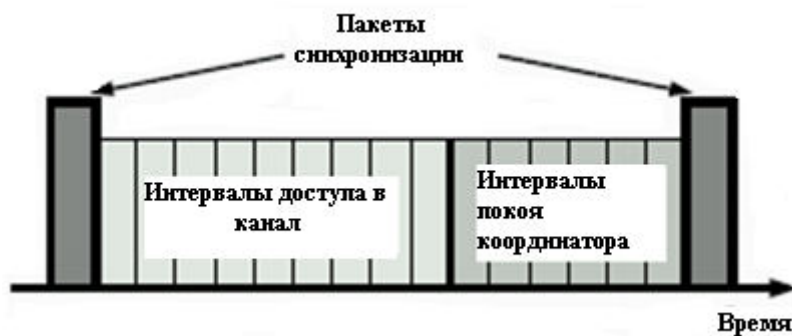


Малюнок 3.7- Телекомунікації з координатора в мережу PAN без маяків.

Оптимізація енергоспоживання є пріоритетним завданням при побудові J-NET-SP мереж. Одним з рішень цього завдання є стратегія зв'язку, заснована на передачі даних лише у випадку їх надходження і подальше очікування підтвердження в разі успішного прийняття пакету з боку адресата. При цьому кожен пристрій може ініціювати передачу в будь-який момент. Очевидним недоліком даного методу є вірогідність інтерференції при одночасній передачі даних декількома пристроями. Однак можливість накладення зводиться до мінімуму завдяки вкрай малій тривалості активного циклу пристрою, випадковості моменту передачі і, як правило, невеликим обсягам переданої інформації.

Надійність з'єднання підвищується за рахунок використання протоколу CSMA-CA. Стратегія простого множинного доступу може бути застосована тільки до з'єднань типу «точка - точка» або «зірка». Вона підходить не всім додаткам. Для запобігання небажаної взаємодії можливе використання протоколу множинного доступу з тимчасовим поділом (TDMA). Технологія J-NET-SP / 802.15.4 гарантує тимчасові інтервали за

принципом схожим з технологією TDMA, але використання даного поділу можливо тільки спільно з режимом синхронізації і тимчасового поділу, що є більш складним і менш енергоефективним алгоритмом в порівнянні зі звичайним TDMA-доступом. Тимчасовий поділ J-NET-SP ґрунтується на використанні режиму синхронізації, під час якого підлеглі мережеві пристрої, більшу частину часу знаходяться в режимі «сна», періодично «прокидаються» для прийому сигналу синхронізації від мережевого координатора, що дає їм змогу всередині локальної мережевої осередку знати, в який момент часу здійснювати передачу даних. Координатор керує обміном, виділяє канали та здійснює виклики з інтервалом від 15 мс до 252 с. Передача сигнальних пакетів визначає пропускну здатність, забезпечує малий час очікування черги доступу і виділення 16 тимчасових інтервалів однакової тривалості, на кожному з яких виключені колізії в мережі [6].



Малюнок 3.8- Синхронізований доступ в мережу J-NET-SP

Часовий інтервал доступу для кожного з вузлів мережі визначається або координатором, або за допомогою механізму CSMA-CA. Інтервали спокою необхідні для реалізації енергозберігаючих режимів мережевого координатора при роботі від автономного джерела живлення. **Недолік** - стан очікування сигналу синхронізації призводить до незначного збільшення енергоспоживання через наявність невеликих тимчасових розбіжностей, що змушує пристрою «прокидатися» трохи раніше, щоб не пропустити сигнал. Функція синхронізованого доступу застосовується в мережах з

розширеною топологією, таких як «кластерне дерево» і «багатоячейкова мережа».

У таблиці 3.1 . наводяться відмінності в пересиланнях даних між координатором і вузлом мережі для випадків простого множинного доступу і доступу з функцією синхронізації. Стандартний множинний доступ може мати місце в системах безпеки і охорони будівель при організації J-NET-SP-мережі різноманітних датчиків (проникнення, руху, диму і т.д.). Умовами застосування можна вважати загальне час стану спокою систем порядку 99,9%, перехід пристроїв в активний стан в псевдовипадкові моменти часу для повідомлення координатору про свою присутність в мережі. У момент датчик відразу переходить в активний стан і передає сигнал тривоги. При цьому координатор, який працює від мережі живлення, постійно знаходиться в активному стані і приймає сигнали від усіх кінцевих мережевих пристроїв.

Таблиця 3.1 -Протоколи пересилань для двох стратегій доступу в мережу.

Напрямок передачі даних	Напрямок передачі даних	Простий множинний доступ
До координатору	очікуваний сигнальний пакет -синхронізація з мережею -Передача даних в певний момент по протоколу CSMA / CA -Підтвердження прийому	-Передача даних в момент появи даних по протоколу CSMA / CA - підтвердження прийому
До координатору	-повідомляє наявність нових даних -ожіданіє пакета даних, якщо є нові, пристрої під запитує дані в опред.інтервал часу протоколу CSMA / CA -Підтвердження отримання запиту	-Зберігання даних, поки немає запиту -посилає запит по протоколу CSMA / CA -передає підтвердження отримання запиту від пристрої. -пересилка даних

Синхронізований доступ дозволяє координатору мати автономне живлення завдяки відсутності випадкових пересилань від кінцевих пристроїв.

- Реєстрація в мережі в даному випадку відбувається наступним чином:

- кінцевий пристрій відразу після подачі живлення чекає сигналу синхронізації від координатора існуючої мережі J-NET-SP (часовий інтервал очікування сигналу 0,015 ... 252 с);

- обмін первинною інформацією з координатором і очікування відповіді;

- перехід в стан спокою, «пробудження» в моменти, які визначаються координатором мережі J-NET-SP;

- після закінчення сеансу зв'язку з кінцевим пристроєм координатор також переходить в стан спокою.

Даний спосіб доступу передбачає незначне збільшення вартості ланцюгів в кожному з вузлів мережі. Більш тривалі інтервали стану спокою припускають наявність точних ланцюгів, а ранній перехід в активний стан для впевненого прийому сигнального пакета збільшує споживання електроенергії приймаючою стороною. Максимальне значення періоду синхронізації (252с) прагненням обмежити граничну точність ланцюга часу.

4.ВИКОРИСТАННЯ БЕЗДРОТОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ J-NET-SP В ПОЖЕЖНИХ СИСТЕМАХ БЕЗПЕКИ



4.1 Пристрої для побудови бездротової мережі






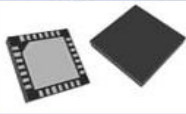

J-NET-SP є найбільш молодий і перспективною технологією для побудови бездротових мереж з невеликими обсягами інформації, що передається. Протокол J-NET-SP спочатку розроблявся для об'єднання в мережу великої кількості автономних пристроїв, наприклад датчиків і вимикачів на батарейках. Стандарт 802.15.4. обумовлює такі параметри радіомережі - діапазон частоти, тип модуляції, структуру пакетів даних, правила формування суми, способи запобігання колізій і іше. Всі ці характеристики, в більшій чи меншій мірі, реалізуються в мікросхемі приймача (трансивера). Трансивери, що відповідають стандарту 802.15.4, можуть використовуватися як самостійні пристрої, якщо розробнику потрібно організувати зв'язок точка-точка або зірка. Для організації повноцінної мережі J-NET-SP необхідно додати мікроконтролер, в який повинен бути завантажений набір керуючих програм, так званий стек протоколів J-NET-SP. До керуючому контролеру висуваються певні вимоги - пам'ять програм повинна бути не менше 64 кбайт, якщо пристрій буде виконувати роль координатора, для кінцевого пристрою досить 4 кбайт програмної пам'яті [7].

Ряд компаній випускає закінчені модулі J-NET-SP. Це маленькі плати (2 ... 5 кв. См.), На яких встановлено чіпи трансивера, керуючий мікроконтролер і необхідні дискретні елементи. У керуючий мікроконтролер, в залежності від бажання і можливості виробника закладається або повний стек протоколів J-NET-SP, або інша програма, що реалізує можливість простий зв'язку між однотипними модулями. В останньому випадку модулі іменуються J-NET-SP-готовими (J-NET-SP-ready) або J-NET-SP-сумісними (J-NET-SP compliant). Модулі дуже прості в застосуванні - вони містять поширені інтерфейси (UART, SPI) і управляються з використанням

невеликого набору нескладних команд. Застосовуючи саме ці модулі, розробник позбавлений роботи з високочастотними компонентами, т. К. На платі присутній ВЧ трансивер, вся необхідна "обв'язування" і антена. Модулі містять цифрові і аналогові входи, інтерфейс RS-232 і, в деяких випадках, вільну пам'ять для прикладного програмного забезпечення[6]. Пропоную розглянути продукцію провідних виробників. (Див. Таблицю 4.1).

Таблиця 4.1 - Продукція провідних виробників J-NET-SP пристроїв

 <p>NXP founded by Philips</p>	<p><u>UBA2401</u></p>	<p>ZigBee-трансивер с уникальной схемой построения высокочастотной части</p>	
--	-----------------------	--	---

Производитель	Продукт	Описание	Фото
	CC2480	<p>CC2480 — первый трансивер из планируемого нового семейства процессоров Z-Accel™, предназначенных для создания беспроводных приложений на основе спецификации ZigBee</p>	
	CC2420	<p>CC2420 — малогабаритный однокристалльный трансивер на диапазон 2,4 ГГц, предназначенный для использования в системах стандарта IEEE802.15.4/ZigBee.</p>	
	CC2430	<p>CC2430 — малогабаритный однокристалльный трансивер на диапазон 2,4 ГГц, предназначенный для использования в системах стандарта IEEE802.15.4/ZigBee.</p>	
	CC2431	<p>CC2431 — малогабаритный однокристалльный ZigBee трансивер со встроенной функцией определения местоположения.</p>	
	CC2520	<p>CC2520 — малогабаритный однокристалльный трансивер второго поколения для использования в беспроводных сетях стандарта IEEE802.15.4/ZigBee</p>	
	CC2591	<p>CC2591 — радиочастотный оконечный узел (RF Front End) для маломощных низковольтных беспроводных приложений диапазона 2,4 ГГц (ISM/ZigBee/802.15.4)</p>	

	XBee/XBee-PRO ZNet 2.5	ZigBee-модули XBee ZNet 2.5 и XBee-PRO ZNet 2.5 компании Digi для построения полноценной ZigBee-сети с топологией mesh.	
	Модемы ZigBee	Модемы серии XBee-PRO представляют собой законченные устройства, предназначенные для использования в промышленных сетях передачи данных стандарта IEEE 802.15.4.	
	Отладочные средства	Для разработки и быстрого внедрения модулей XBee/XBee-Pro компания MaxStream выпускает широкий спектр инструментария разработчика.	
	Средства отладки	Отладочные комплекты компании для разработки и отладки приложений на базе чипа ZigBee-решений Chipcon	
	Инструкции по разработке	Список инструкций по разработке устройств на базе радиочастотных микросхем CC1xxx, CC24xx, CC25xx	

	JN5121	Однокристалльный ZigBee-трансивер со встроенным микропроцессором.	
	JN5139	Однокристалльный ZigBee-трансивер нового поколения на микропроцессора RISC.	
	JN5121 M0xxx	Малогабаритные ZigBee модули со встроенной чип-антенной или разъемом SMA	
	JN5139 M0xxx	Малогабаритные ZigBee модули на базе JN5139.	
	JN5121 EK000	Отладочный комплект JN51xx-EK0x0 компании Jennic предоставляет собой полный набор средств для быстрой разработки и внедрения сети беспроводной телеметрии на базе микросхемы JN51xx.	
	JN5139 EK010		
	XBee/XBee-Pro	Малогабаритные модули стандарта IEEE 802.15.4, предназначенные для построения промышленных сетей передачи данных.	

Продовження таблиці 4.1

	MC13191 MC13192	<p>MC13191 — недорогой однокристалльный трансивер диапазона 2.4ГГц, предназначенный для использования в беспроводных системах стандарта IEEE802.15.4</p> <p>MC13192 — однокристалльный трансивер диапазона 2.4ГГц, предназначенный для использования в беспроводных системах стандарта ZigBee/IEEE802.15.4.</p>	
	MC13201 MC13202	<p>MC13201 — недорогой однокристалльный трансивер диапазона 2.4ГГц со встроенным Rx/Tx переключателем, предназначенный для использования в беспроводных системах стандарта IEEE802.15.4</p> <p>MC13202 — однокристалльный трансивер диапазона 2.4ГГц со встроенным Rx/Tx переключателем, предназначенный для использования в беспроводных системах стандарта ZigBee/IEEE802.15.4</p>	
	MC13211 MC13212	<p>MC1321x — недорогое интегрированное решение для использования в беспроводных системах стандарта ZigBee/IEEE802.15.4, включающее радио трансивер MC13202 и 8-разрядный микроконтроллер семейства MC9508GTxx в одном корпусе. Доступны варианты с различным объемом FLASH памяти: 16КБ, 32КБ, 60КБ</p>	
	MC1322x	<p>MC1322x — высокоинтегрированное микропотребляющее однокристалльное решение, сочетающее в себе радио трансивер диапазона 2.4ГГц стандарта ZigBee/IEEE802.15.4, 32-разрядный МК с ядром ARM7, входной и выходной радио усилители, 50-Ом согласованный антенный выход, аппаратные модули 802.15.4 MAC и 802.15.4 Security</p>	
	Отладочные средства	<p>Для разработки и быстрого внедрения продукции на базе радио микросхем стандарта 802.15.4 компания Freescale выпускает более 20 типов отладочных наборов, предлагает более 10 разнообразных Reference Designs, а также необходимо программное обеспечение.</p>	
	RC2300	<p>Радиомодуль на базе микросхемы CC2430 компании Texas Instruments, предназначен для передачи данных в сетях ZigBee/802.15.4.</p>	
	RC2301	<p>Радиомодуль на базе микросхемы CC2431 компании Texas Instruments, предназначен для передачи данных в сетях ZigBee/802.15.4. со встроенной функцией определения местоположения.</p>	

З вище перерахованих пристроях слід зупинитися на продукціях відомих виробників. Основними ж є продукції компаній Freescale, TI / Chipcon, Digi. Пропоную розглянути технічні характеристики і гідності основних продуктів кожного виробник [7].

4.2 Продукція компанії Freescale

Freescale - одна з перших напівпровідникових компаній, яка почала займатися бездротовою тематикою на 2,4 ГГц. Тому, розглядив всіляких варіантів мікросхем бездротового зв'язку стандарту 802.15.4 асортимент продукції цієї компанії був вивчений в першу чергу Першими мікросхемами цього стандарту були MC1319x - вельми вдалі трансивери, які протягом багатьох років успішно застосовуються в масовому виробництві бездротових пристроїв.

MC13191 і MC13192 - радіотрансивери діапазону 2,4 ГГц, призначені для використання в системах бездротової передачі даних стандарту IEEE 802.15.4 / J-NET-SP, але можуть бути використані для організації будь-якого радіоінтерфейсу, не тільки J-NET-SP-сумісного.

Трансивери мають в своєму складі малошумний підсилювач, підсилювач потужності (до 4 dBm), вбудований стабілізатор напруги, схеми кодування / декодування забезпечують підтримку протоколів фізичного рівня (PHY) стандарту IEEE 802.15.4. Для зв'язку із зовнішнім МК використовується 4-х дротова шина SPI, сім портів введення-виведення загального призначення і шина переривання. Додатково є вихід з програмно-керованого таймера, який може використовуватися керуючим мікроконтролером в якості зовнішнього генератора тактирования.

Трансивери MC1319x працюють з мікроконтролерами серій HCS08, HC9S12 (X), DSC, але можуть використовуватися спільно з будь-яким іншим контролером мають SPI інтерфейс [7].

Таблиця 4.2 Характеристика трансиверів MC1319x

Параметр	MC13191	MC13192
Спосіб передачі	Пакетна	Пакетна, потокова
Підтримка мережевих топологій	Зірка,, крапка-крапка	Всі можливі
Програмне забезпечення	SMAC	SMAC,802.15.4MAC
Діапазон частот, ГГц	2,405...2,485	
Швидкість передачі, кбит/сек	250	
Модуляція	Q-QPSK	
Число каналів	16 каналов с шагом 5 МГц	
Вихідна потужність, дБм	Настраиваемая программно -16...+4	
Рабочая температура	-40°C ...+85 °C	

4.3 Продукція компанії Texas Instruments (Chipcon)

Новий приймач CC2520 стандарту 802.15.4, компанією Texas Instruments, з повною підставою може бути віднесений до компонентів класу hi-rel. Він призначений для складних умов експлуатації і працює в розширеному температурному діапазоні.

CC2520 є J-NET-SPTM / IEEE 802.15.4 трансивер другого покоління, спеціально спроектований для радіочастотних додатків з частотою 2,4 ГГц. Трансивер дозволяє створювати пристрої індустріального класу завдяки здатності працювати в складній помеховій обстановці, відмінному енергетичному потенціалу радіолінії і працездатності до температури 125 С. На додаток, CC2520 надає розширену апаратну підтримку для обробки пакетів, буферизації даних, шифрування і аутентифікації даних, оцінки рівня зашумленості каналу, індикації рівня сигналу та тимчасової інформації про пакети. Ці можливості зменшують навантаження на керуючий мікроконтролер.

особливості:

- Висока стійкість до перешкод на сусідньому каналі
- Відмінний енергетичний потенціал радіоканалу -103 дБ
- Розширений температурний діапазон -40 ... +125 С
- Апаратна підтримка функцій IEEE 802.15.4 / MAC
- Режим сумісності інтерфейсу з CC2420
- Модуль апаратного кодування AES-128

переваги:

- Дозволяє створити індустріальні рішення в діапазоні 2,4 ГГц
- Здатність роботи в оточенні пристроїв Bluetooth® та Wifi
- Апаратні блоки знижують навантаження на зовнішній мікроконтролер[7].

Таблиця 4.3 Характеристика трансивера CC2520

Параметр	Мінімальне значення	типове	максимальне
Умови експлуатації			
Діапазон частот, ГГц	2.394	2.4835	2.507
Швидкість передачі, кбіт / сек	250		
Робоча температура	-40°C ... +85 °C		
Вихідна потужність, дБм	-18		+5
режим прийому	250		
Чутливість приймача, дБм	-98		
Струм споживання в режимі прийому, мА	22		

4.4 Продукція компанії Digi

Радіочастотна продукція компанії Digi (в минулому MaxStream) добре відома світовим розробникам завдяки радіочастотним модулів XBeeTM і XBee-PROTM. XBeeTM і XBee-PROTM - малогабаритні модулі стандарту J-NET-SP / IEEE 802.15.4, призначені для побудови промислових мереж передачі даних. Модулі прекрасно підходять для побудови систем передачі 802.15.4 з топологією «точка - точка» або «зірка». Управління модулями здійснюється через інтерфейс UART за допомогою AT-команд. Модуль XBee-PROTM відрізняється від XBeeTM підвищеною потужністю випромінювання і, відповідно, збільшеним радіусом дії.

Модулі випускаються в трьох варіантах - з провідний антеною, з вбудованою чіп-антеною і з роз'ємом для підключення зовнішньої антени. Модулі не вимагають конфігурації і містять вбудований протокол пакетної передачі даних з перевіркою цілісності переданих даних. Це дозволяє швидко додавати бездротову передачу даних в будь-які існуючі системи. Створення бездротових радіосистем тепер є навіть для розробника не дуже добре розбирається в радіопередавальних пристроях.

Навесні 2008 року компанія Digi випустила модуль підвищеної потужності XBee-PRO ZNet 2.5, який дозволяє передавати дані на відстань до 1,6 кілометра на відкритій місцевості і до 100 м в приміщенні. Новий модуль сумісний за висновками і командам управління з модулем XBee ZNet 2.5 стандартної потужності. На сьогоднішній день доступні модулі з роз'ємом RPSMA, проте компанія Digi планує також випуск модулів з провідний антеною, чіп-антеною і роз'ємом UFL[7].

Таблиця 4.4. Характеристика модулів XBee, XBee-Pro

Параметри	XBee	XBee Pro
Радіус дії в приміщенні, м	30-100	100-1000
Радіус дії в просторі, м	100	>1000
Вихідна потужність, мВт	1	100
Швидкість передачі, кбіт / сек	250	
Чутливість приймача, дБм	-92	-100
Струм споживання в режимі прийому, мА	45	270
Діапазон частот, ГГц	2,4	
Робоча температура	-40°C ...+85 °C	
Кількість каналів	16	13

4.5 Пожежна система безпеки з використанням бездротових модулів

Бездротові технології знаходять застосування у всіх областях людської діяльності. Одне з найважливіших галузей впровадження технологій є безпека. Винаходячи нові технології, застосовуючи їх в побуті, наука прагне зробити наше життя легше і безпечніше. Метою моєї випускної роботи є - використання бездротової технології в надзвичайних ситуаціях, зокрема, розглянути питання системи пожежної безпеки.

Невід'ємним компонентом будь-якої системи пожежної сигналізації є датчики. На основі їхніх свідчень формується так звана «картина», тобто визначається місце, площа пожежі, напрямок і швидкість його поширення, обчислюються безпечні шляхи евакуації людей що перебувають в приміщенні. У сучасних системах датчики об'єднуються в групи, які взаємодіють з одним приймально-контрольним пристроєм. Кожне таке пристрій здійснює стеження за станом датчиків своєї групи і подає тривожний сигнал на центральний пульт при виявленні загрози загоряння. За

способом зв'язку з приймально-контрольним пристроєм розрізняють три типи датчиків: автономні сповіщувачі, провідні та безпроводні датчики. Автономні сповіщувачі здійснюють індикацію режимів роботи безпосередньо в місці установки. Для подачі тривожного сигналу використовується вбудований ізлучатель звука, працездатність сповіщувача підтверджується світлодіодним індикатором. Автономні сповіщувачі не жадають прокладки кабелів і харчуються від батареї. Деякі різновиди автономних сповіщувачів можуть об'єднуватися за допомогою кабелів в автономні системи пожежної сигналізації. Система тривоги в таких системах видається всіма датчиками одночасно при виявленні загоряння хоча б одним з них. Перевага такого способу пожежної охорони - в інформуванні людей, що перебувають, на кухні будинку, про спалах в спальні. Основний недолік автономних сповіщувачів - відсутність віддаленого моніторингу об'єкта та оповіщення про надзвичайну ситуацію за відсутності людей в приміщенні.

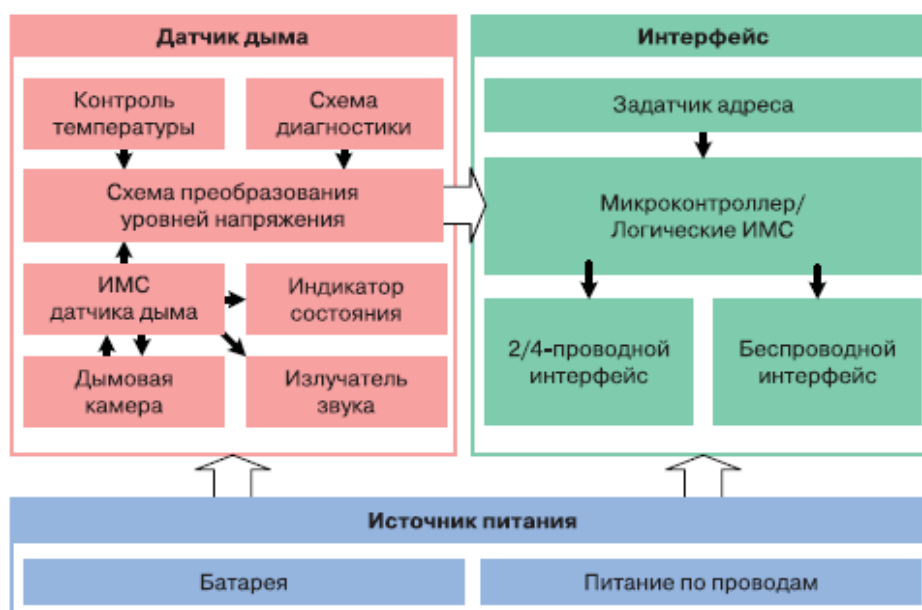
Проблема оповіщення про пожежу за відсутності людей вирішується з використанням дротяних датчиків, пов'язаних з приймально-контрольним модулем за допомогою 2-х або 4-х проводного інтерфейсу. Лінії інтерфейсу використовуються також для харчування датчика. Апаратні засоби дротяних датчиків можуть здійснювати локальну аудіовізуальну індикацію стану, проте основна їх задача - передача інформації в контрольний модуль.

Наявність проводного інтерфейсу - основний недолік датчиків цього типу, оскільки монтаж провідної системи пожежної сигналізації вимагає істотних витрат. Крім того, закладку провідної системи датчиків охоронно-пожежної сигналізації краще передбачати на стадії проектування СКС даного об'єкта. В іншому випадку виникає необхідність додаткових заходів з приховування кабелів і вартість робіт багаторазово зростає. Часто, за архітектурними, естетичним або інших міркувань, прокладка сигнальної проводки утруднена або взагалі неможлива. У цьому випадку доцільно застосування автономних бездротових датчиків з передачею інформації по радіоканалу. Датчики даного типу є наступним кроком в побудові

розподілених систем пожежної сигналізації. Вони, як правило, включають в себе всі доступні засоби індикації режимів, як локальні, так і віддалені, мають автономне живлення, мають ряд додаткових сервісних функцій. Їх недоліком є більш висока, в порівнянні з іншими типами датчиків, вартість, обумовлена впровадженням нових технологій і оригінальних рішень в просте, на перший погляд, пристрій.

Однак там, де потрібне швидке розгортання системи сигналізації, оперативне переміщення кривих і віддалений моніторинг стану приміщення, альтернативи автономним датчикам з радіо інтерфейсом практично не існує. Датчики пожежної сигналізації підрозділяються на групи за способом виявлення загоряння. При пожежі відбуваються три основні процеси в місці горіння: задимлення, підвищення температури, зменшення вмісту кисню в повітрі. На сьогодні, найпоширенішими є датчики, які реагують на підвищення температури. Вони мають звичайну конструкцію і об'єднуються в дротову мережу. Все більшої популярності набувають пристрої, які мають змогу розпізнавати дим. Це пов'язано з тим, що на початку пожежі температура в приміщенні підвищується повільно і різко зростає тільки при відкритому полум'ї. Датчики диму можуть діагностувати загоряння, коли полум'я ще немає, що надає змогу уникнути сильної пожежі, і сприяє збереженню майна і людських життів.

На малюнку 4.1 представлена узагальнена схема датчика диму, що використовує камеру диму в якості інструменту визначення задимлення і містить основні елементи вищеназваних типів пожежних датчиків. Багато великі закордонні компанії, такі як Ademco, Siemens, Digital Security Control, Visonic і ін., Пропонують широкий спектр окремих компонентів або закінчених радіосистем контролю і діагностики загорянь. Основним елементом блоку датчика диму є інтегральна схема датчика диму. Я розглядаю кілька варіантів побудови датчиків з використанням мікросхем різних виробників. Тим самим, демонструю принцип побудови схеми і роботи пожежної сигналізації[7].



Малюнок 4.1 Узагальнена блок-схема датчика диму



Малюнок 4.2-Блок-схема системи пожежної сигналізації з радіоканалом

На малюнку 4.2 показана схема системи пожежної сигналізації, що використовує радіоканал для збору інформації від датчиків диму. Система побудована з використанням автономних бездротових датчиків диму з радіопередаючим модулем і локальної аудіовізуальної індикацією режимів роботи. В результаті, для харчування датчика достатньо однієї батареї, при

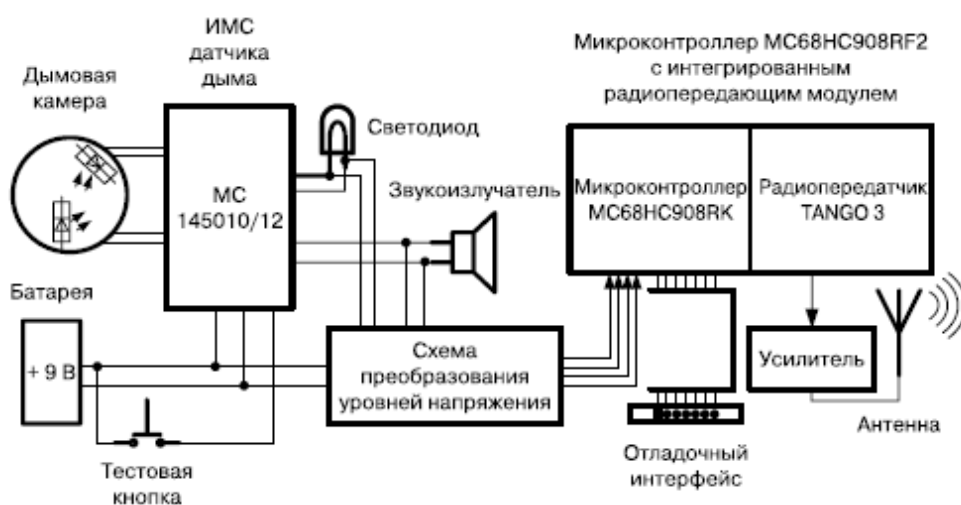
незначному програві в надійності роботи системи (у порівнянні з аналогічними системами з двостороннім обміном).

В результаті, утворюються так звані стільники, кожна з яких включає себе певну кількість датчиків диму і один приймально - контрольний модуль. У свою чергу прийомні модулі можуть бути об'єднані в єдину систему пожежної охорони будівлі за допомогою будь-якого проводового інтерфейсу.

Система здатна обслуговувати до 255 датчиків диму в межах стільники при наявності перешкод і декількох працюючих паралельно систем пожежної сигналізації. Можливе розширення системи до 1024 датчиків диму при відсутності постійних радіоперешкод і інтерференції з іншими радіосигналів. Термін роботи датчика диму при живленні від стандартної 9-вольтової батареї ємністю 400 мАг становить не менше одного року.

Основним елементом блоку датчика диму є інтегральна схема датчика диму. Я розглядаю кілька варіантів побудови датчиків з використанням мікросхем різних виробників. Тим самим, демонструю принцип побудови схеми і роботи пожежної сигналізації.

На малюнку 2.3 приведена блок-схема датчика диму з радіоінтерфейсом. Основним елементом блоку датчика диму є інтегральна схема датчика диму MC145010 / 12 компанії Motorola.



Малюнок 4.3-Блок-схема датчика диму з радіофікованого датчика диму

Мікросхема використовує ефект оптичного розсіювання світлового потоку продуктами горіння при певній концентрації частинок усередині димової камери. Крім опитування димової камери на наявність диму, мікросхема здійснює напруги живлення і відстежує зміну чутливості димової камери. Локальна індикація роботи здійснюється вбудованою звуковою сигналізацією і світлодіодом. Ланцюг тестування дозволяє перевіряти працездатність датчика за допомогою натиснення і утримання кнопки, виведеної на його корпус, що імітує задимлення камери. Харчування мікросхеми власне датчика диму і його периферії здійснюється від 9-В батареї, в той час як блок інтерфейсу працює при харчуванні +2,5 В. Для сполучення функціональних блоків датчика задіяна схема перетворення рівнів напруг. В якості основного елемента радіоінтерфейсу використовується мікроконтролер MC68HC908RF2 інтегрованим в корпус радіопередавачем. Функції МК - обробка сигналів про наявність задимлення камері, про зниження рівня живлячої напруги і зміні чутливості камери, що надходять з виходів мікросхеми датчика диму, і обслуговування протоколу передачі даних по радіоканалу.

Програмно здійснюються:

- захист від помилкових інформаційних сигналів, що надходять з мікросхеми датчика диму;
- тимчасове поділ (з індивідуальними затримками) між сеансамісвязі, залежними від номера датчика, що гарантує відсутності інтерференції з іншими датчиками системи і вирівнювання термінів служби батарей датчиків при роботі в черговому режимі;
- виключення одночасної передачі інформації про задимлення при виявленні пожежі декількома датчиками системи;
- завадостійке кодування переданої інформації;
- енергозберігаючі алгоритми і функції.

Датчик диму працює в трьох режимах. Черговий режим припускає мінімальне енергоспоживання. Кожні 8 секунд датчик опитує димову камеру

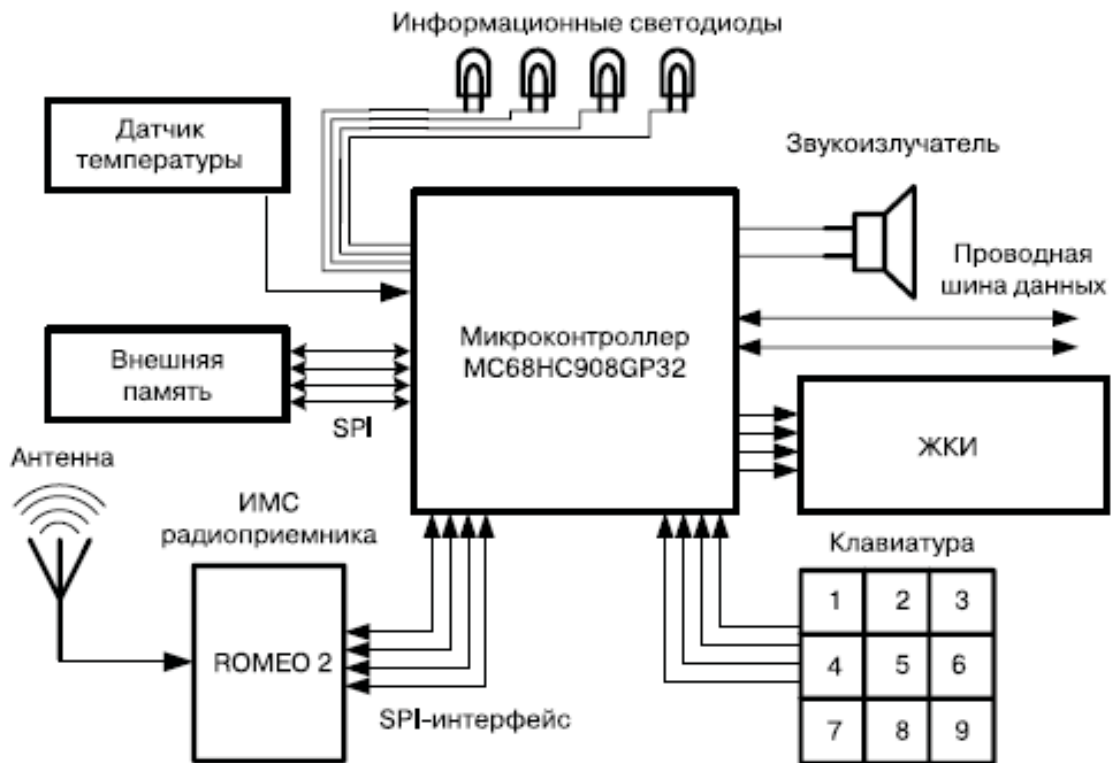
на наявність локального задимлення; кожні 32 секунди перевіряються рівень напруги живлення і чутливість камери і здійснюється локальна та дистанційна індикація стану. Локальна індикація проводиться одноразовим включенням світлодіода кожні 32 с. У міру розряду батареї, при зниженні напруги нижче порога в $7 \pm 0,5$ В, датчик починає видавати короткочасний звуковий сигнал «РОЗРЯД БАТАРЕЇ» одночасно з світлодіодного індикатора кожні 32 с. Це відбувається протягом мінімум одного тижня. Під час експлуатації датчика можливе зниження чутливості димової камери. При зменшенні чутливості, а також при несправності електронної схеми, датчик видає кожні 32 з короткочасний звуковий сигнал «НЕСПРАВНІСТЬ», не збігається за часом з включенням оптичного індикатора, також протягом одного тижня. Дистанційна індикація зводиться до передачі інформації про стан датчика за допомогою телефону не менше 4 разів на годину. Режимми зниження рівня напруги і чутливості камери не є критичними і не вимагають миттєвої активізації радіопередачі, і, отже, дана інформація передається в приймально-контрольний модуль при кожному штатному сеансі зв'язку.

При виявленні локального задимлення, датчик переходить у режим «ПОЖЕЖА», включає переривчастий звуковий сигнал «ТРИВОГА» одночасно з включенням оптичного індикатора не рідше одного разу в секунду. Опитування димової камери проводиться кожні 8 секунд. Інформація про стан датчика в режимі «ПОЖЕЖА» передається віддаленому приймальному модулю не рідше одного разу за 90 с. Датчик знаходиться в даному режимі до тих пір, поки в камері є задимлення. При активації ланцюга перевірки працездатності датчика відбувається імітація локального задимлення на час натискання кнопки на корпусі датчика. Отже, опис роботи датчика в режимі «ПОЖЕЖА» можна застосувати і в даному випадку.

Використання батареї в якості автономного дозволило відмовитися від проводів, але поставило задачу забезпечення терміну роботи датчика від однієї батареї протягом мінімум 1 року. Рішення даної проблеми здійснюється на апаратному та програмному рівнях. По-перше, основна

вимога до апаратної частини датчика - мінімальне споживання електроенергії всіма частинами схеми в неактивному режимі. По-друге, мінімізація споживання під час активної фази роботи окремих частин датчика. По-третє, скорочення тривалості активних фаз кожного елемента датчика. По-четверте, апаратна і програмна реалізації «сплячого» і активного режимів. По-п'яте, повністю відключаються модуль радіопередавача і схема посилення. В результаті, вдалося домогтися зниження до 30 мкА струму, споживаного датчиком в черговому режимі, при номінальній напрузі живлення.

На малюнку 4.4 показана блок-схема приймально-контрольного модуля. Модуль побудований на основі мікроконтролера MC68HC908GP32 фірми Motorola і включає в себе наступні функціональні блоки: радіоприймальний модуль на основі мікросхеми MC33591 / 4 фірми Motorola, зовнішню незалежну пам'ять, датчик температури, РКІ, клавіатуру, звуковипромінювач і світлодіодні індикатори. Передбачена можливість підключення персонального комп'ютера для зчитування журналу подій, зміни ПО і режимів роботи модуля через інтерфейс RS-232. Дистанційні моніторинг і управління приймально-контрольним модуля здійснюються за допомогою підключення модему для телефонної лінії або Ethernet-модуля, або по провідній шині[8].



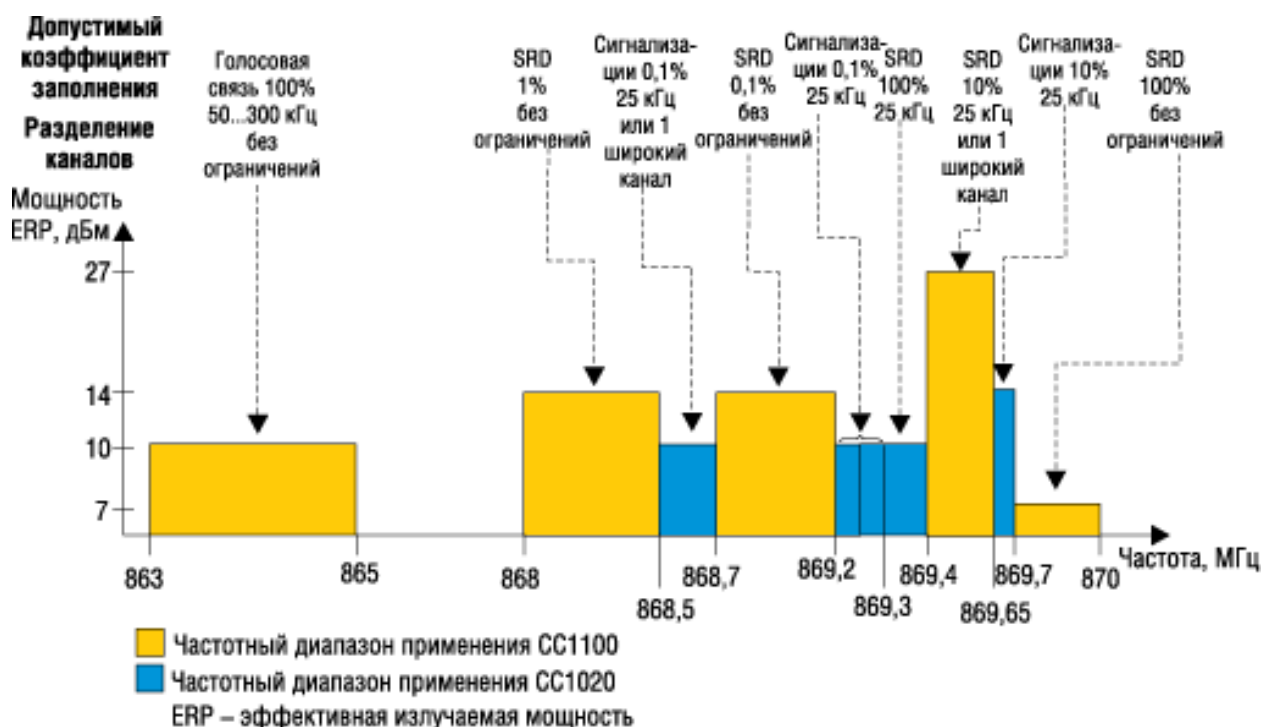
Мал. 4.4 Блок-схема приймально-контрольного модуля

Компанія Texas Instruments пропонує витончене бездротове рішення для створення систем безпеки і вимірювальних приладів. Воно засноване на поєднанні відомого мікроконтролера MSP430 і приймачів TI з виробничої лінійки Chipcon CC1100 і CC1021. При прийнятті рішення про використання певного протоколу необхідно визначитися з частотним діапазоном.

Умови розповсюдження радіохвиль в діапазоні 868 МГц / 915 МГц можуть бути краще, ніж в діапазоні 2,4 ГГц. У даній статті увага приділяється частотного діапазону менше 1 ГГц, але велика її частина присвячена виробам Texas Instruments з діапазоном 2,4 ГГц. Залежно від використовуваної частоти, необхідно враховувати місцеве законодавство. У США діють правила FCC, в Європі все регулювання здійснює ETSI, що розглядаються нижче.

На малюнку 4.5 показані обмеження, що існують на даний момент. Вони стосуються коефіцієнта заповнення і еквівалентної вихідної потужності ERP. У той же час, вибір необхідного приймача визначається рознесенням

каналів. Приймач CC1100 компанії Texas Instruments з лінійки Chipcon призначений для роботи в багатоканальному режимі, а приймач CC1021 оптимізований для роботи в вузькополосному режимі. Нові правила ETSI знижують обмеження на ERP, але вимагають застосування методу «прослуховування каналу» (listen before talk, LBT), тобто передавач повинен перевірити, чи вільний канал для виключення перешкод. Нове регулювання в діапазоні 868 МГц представлено на малюнку 2.6. Перед передачею сигналу підтвердження прослуховування каналу не потрібно. Максимальний час передачі має становити 1 с при тривалості обміну не більше 4 с. Навіть в разі односторонньої передачі метод LBT все одно передбачає наявність приймача. Приймач CC1100 володіє важливими властивостями, які пропонують не зовсім просту, але в той же час економічно ефективну розробку. Потужні цифрові функції дозволяють поєднувати приймач з найпростішим мікро контролером.



Малюнок 4.5- Розподіл частот в діапазоні 868 МГц (EN 300 220 V1.3.)

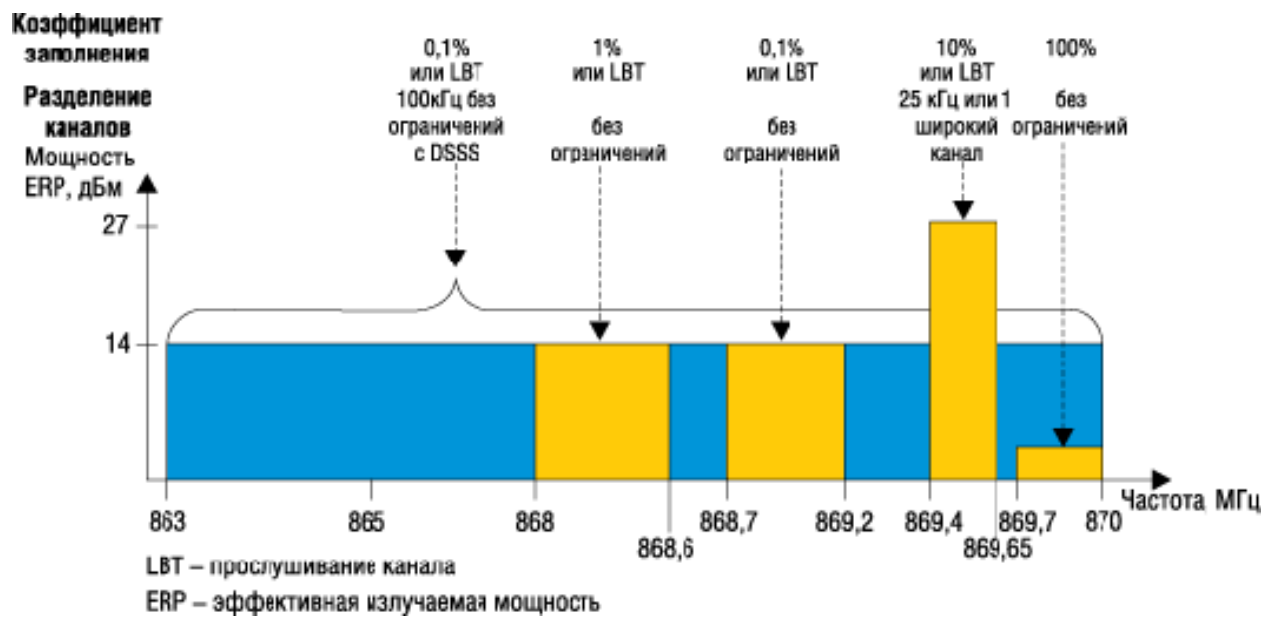
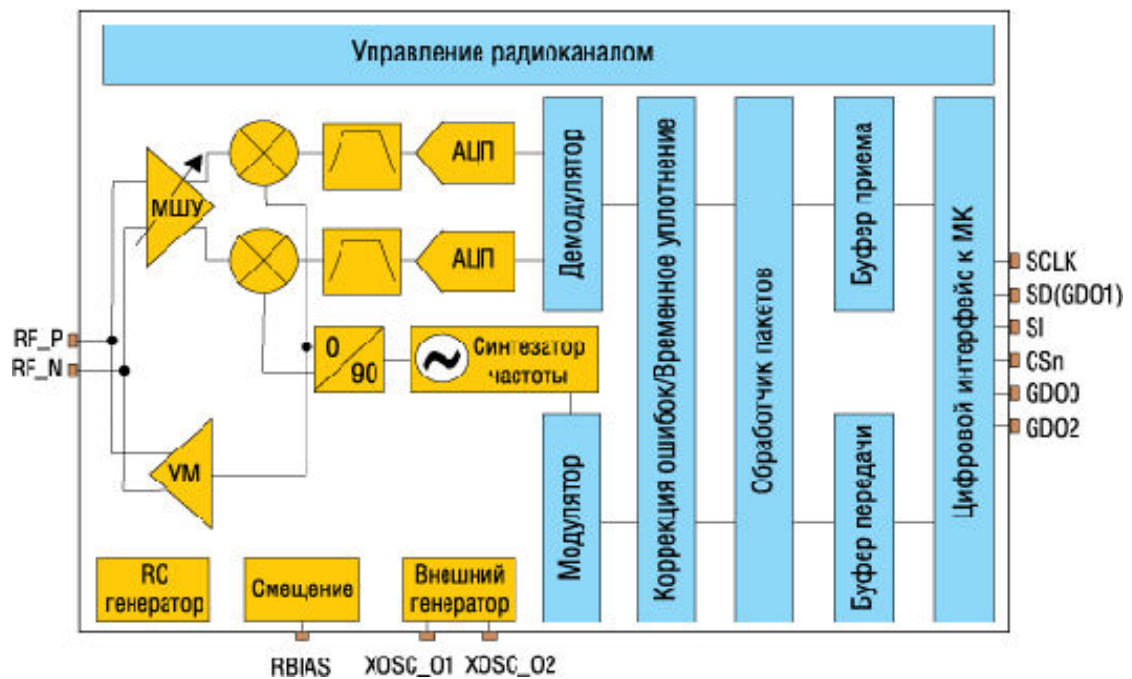


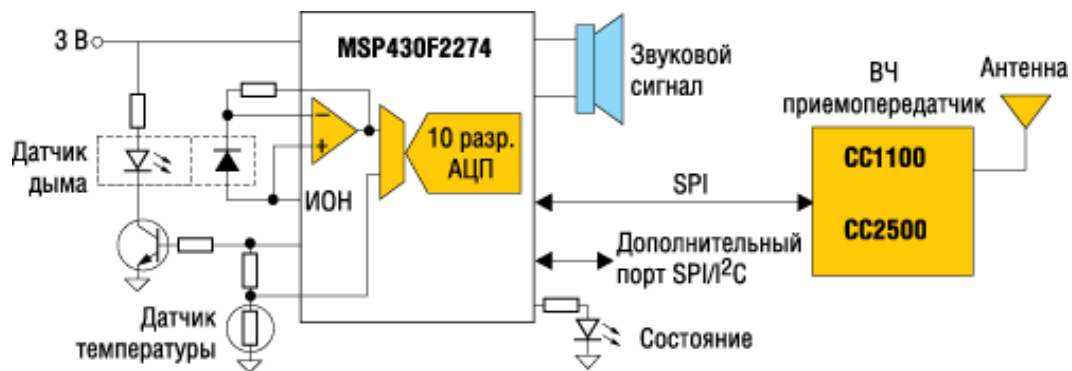
Рисунок 4.6- Распределение частот в диапазоне 868 МГц (EN 300 220 V2.1.1)

Завдяки низькому споживаному струму, який становить 28,8 мА в режимі передачі при рівні вихідної потужності +10 дБм, 15,6 мА в режимі прийому і всього 400 нА в режимі вимкнення живлення, приймач CC1100 може застосовуватися в пристроях з автономним живленням. Крім того, наявність форсованого режиму передачі з високою швидкістю передачі даних по ефіру знижує загальну споживану потужність. Автоматичний режим очікування прийому з використанням переключення в робочий стан за фактом виявлення радіосигналу вимагає всього 1,8 мкА. Швидкості передачі програмуються в діапазоні від 1,2 кбіт / с до 500 кбіт / с, при цьому чутливість при швидкості 1,2 кбіт / с становить -110 дБм. На малюнку 4.7 показано, що приймач CC1100 включає обробник пакетів, який автоматично створює заголовок, вставляє або визначає слово синхронізації, перевіряє адресу та здійснює перевірку цілісності даних. Довжина пакета може визначатися користувачем. Приймач CC1100 за висновками і регістрів сумісний з аналогічним приємопередатчиком на частоту 2,4 ГГц CC2500. Це

набагато полегшує розробку різних виконань одного і того ж приладу - одне для роботи на частоті нижче 1 ГГц, інше для функціонування на частоті 2,4 ГГц.



Малюнок 4.7- Структурна схема CC1100



Малюнок 4.8- Структурна схема бездротового детектора дыма

В недалекому минулому безліч пристроїв вимірювання або забезпечення безпеки були засновані на застосуванні аналогової схемотехніки. Сьогодні спостерігається прагнення все більше і більше використовувати мікроконтролери. Основною перевагою подібних пристроїв є гнучкість, недосяжна при застосуванні пристроїв з жорстко заданим набором функцій. Сімейство мікроконтролерів з ультранизьким

споживанням MSP430 компанії Texas Instruments підходить для застосування в інтелектуальних вимірювальних приладах і пристроях забезпечення безпеки, завдяки широкому набору аналогової периферії з одного боку, і ультранизької потужності споживання з іншого боку. Ці мікроконтролери також підходять для спільної роботи з сімейством бездротових приладів Chipcon компанії Texas Instruments, так як бездротові компоненти мають точно такий же діапазон напруг живлення і мають дуже низьку споживаної потужністю.

Наприклад, ІК-датчик руху дуже просто реалізувати на MSP430 з вбудованим 16-ти розрядних сигма-дельта АЦП завдяки наявності підсилювача з програмованим коефіцієнтом підсилення. Тому немає необхідності в зовнішньому каскаді посилення. Отже, навіть бездротової датчик руху містить всього два корпуси мікросхем з мінімальною кількістю зовнішніх елементів. Ще однією перевагою є виключно низька споживана потужність, яка для даного пристрою становить в середньому менше 10 мкА. Детальніше про це йдеться на інтернет-сайті компанії TI в рекомендаціях по застосуванню. Радіочастотні приймачі Chipcon управляються по простому інтерфейсу SPI, який легко реалізувати у всіх мікроконтролерах сімейства MSP430. Іншим прикладом застосування може служити вдосконалений датчик диму. Більшість сигналізаторів диму засноване на використанні оптичної камери. При попаданні диму в камеру світло світлодіода розсіюється і потрапляє на фотодіод, що виробляє вихідний струм. Зазвичай цей струм перетворюється в напругу за допомогою підсилювача з струмовим входом, що складається з одного або двох операційних підсилювачів.

Виходячи з усього сказаного видно, що датчики на основі мікроконтролерів містять досить велику кількість компонентів. Для досягнення економічно ефективних рішень, що використовують мінімальну кількість зовнішніх елементів, недавно був створений мікроконтролер MSP430F22x4, що включає два внутрішніх операційних підсилювача (ОУ). Ці ОУ можна програмно підключити до АЦП (в режимі універсального,

инвертирующего, неинвертирующего, компаратора, повторювача або диференціального підсилювача) або до зовнішнього висновку для використання ОУ як зовнішніх компонентів. Малюнок 2.8 демонструє застосування MSP430F22x4 в удосконаленому бездротовому детекторі диму. При використанні режимів зниженого споживання MSP430 немає необхідності використовувати кварцовий резонатор.

Для того, щоб почати розробку апаратної частини радіоканалу, необхідно скопіювати початковий проект CC1100EM. У вихідному проекті для безкоштовного скачування з сайту TI використовується двохшаровий друкована плата. Електрична принципова схема і розводка друкованої плати повинні бути повністю повторені для забезпечення гарної роботи ВЧ-тракту. Особливе значення має вибір елементів і топологія з'єднання мікросхеми ВЧ-тракту з антеною. Топологія і значення елементів були ретельно вибрані і змодельовані для підтвердження хорошого узгодження імпедансу мікросхеми з хвильовим опором антени («блок узгодження»), а також для коректного перетворення симетричного виходу мікросхеми ВЧ тракту з несиметричною антеною. Розв'язують конденсатори повинні розташовуватися поруч з мікросхемою ВЧ тракту. У розділі економічних бездротових пристроїв інтернет-сайту TI знаходиться декілька статей по розробці.

Розробка програмного забезпечення повинна починатися зі створення зв'язку між MSP430 і приймачем Chipcon по інтерфейсу SPI. Можна використовувати переваги бібліотеки рівня апаратної абстракції (HAL), яка знаходиться на інтернет-сайті TI. Для прийому і передачі пакетів даний модуль підтримує функції апаратного інтерфейсу низького рівня (АЦП, таймер, SPI). Його можна використовувати для всіх існуючих мікроконтролерів сімейства MSP430 незалежно від використовуваного інтерфейсу зв'язку. Модуль підтримує функції читання і запису регістрів (MSP430 спільно з CC1100 або CC2500) і містить демонстраційний проект застосування. Розробивши апаратну конфігурацію і реалізувавши зв'язок мікроконтролера і приймача, необхідно визначити правильні значення

регістрів для установки радіоканалу в початковий стан. Для цього призначений безкоштовний пакет програмного забезпечення. У ньому генерується необхідна інформація для конфігурації всіх мікросхем радіоканалу Chipcon. Крім того обчислюються значення зовнішніх пасивних елементів. SmartRF Studio має можливість автоматичного створення коду, що дозволяє розробнику безпосередньо вставляти програмні блоки на мові C в свої проекти. При використанні SmartRF Studio спільно з апаратним забезпеченням SmartRF 04EB і CC1100EM, можна управляти оціночними модулями (EM, наприклад CC1100EM) за допомогою ПК для виконання простих перевірок функціонування [8].

Слід зазначити, що приймальний модуль, який здійснює всі перераховані контрольні функції, є простим і компактним пристроєм. Його вартість, в порівнянні з вартістю існуючих систем контролю, значно менше; при цьому диспетчерський пульт має можливість автоматичному режимі контролювати і документувати стан всіх елементів системи. Такі переваги досягаються введенням в кожен датчик диму мікроконтролера з радіоканалом, що відповідає за моніторинг як самого датчика, так і пожежної обстановки в зоні, що охороняється. Введення цих компонентів призводить до подорожчання датчика диму приблизно на 50% в порівнянні з ціною сповіщувача, на основі якого він створений. З огляду на безперервне здешевлення радіочастотних компонентів, слід очікувати зниження вартості радіодатчиків найближчим часом.

5. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

5.1 Організація пожежної безпеки

Для побудов бездротової системи пожежної безпеки використовуються модулі J-NET-SP і бездротові датчики диму. У своїй роботі проектую мережу між прийомним контролером і датчиками диму в невеликому приміщенні, розмірами сучасного офісу. В даній мережі використовується стандартний готовий набір для налагодження мережі XBee™ zNet 2.5 J-NET-SP Development Kit компанії MaxStream.

Особливості

- Побудова мережі з 5 вузлів з Mesh-топологією за 10 хвилин
- 5 J-NET-SP модулів з різними типами антен
- Інтерфейси RS-232 і USB для підключення до ПК
- Мережеве та батарейне харчування перехідних плат
 - Додаткові кнопки і світлодіоди індикац

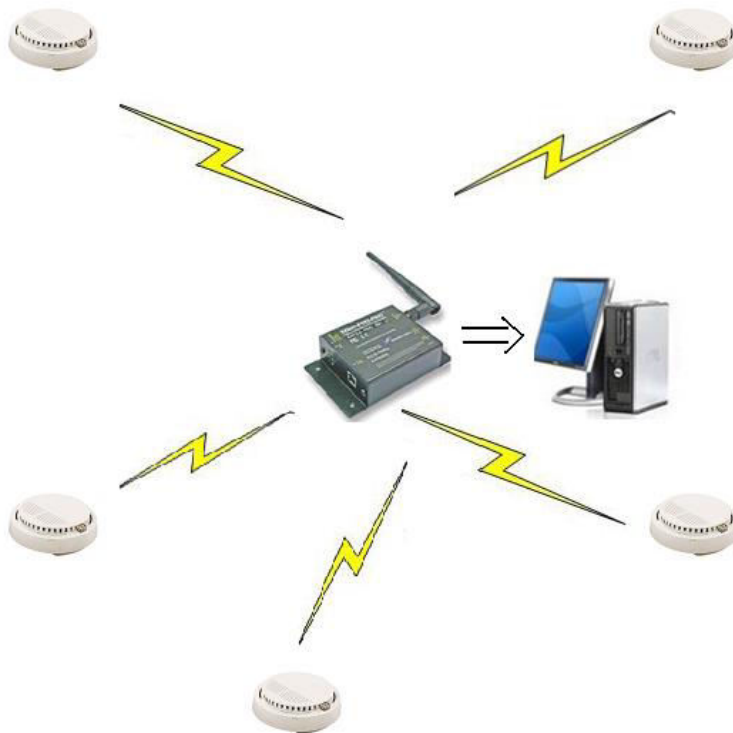
J-NET-SP-модулі XBee Series 2 є відмінним рішенням для побудови мережі бездротових датчиків або системи АСКУЕ. Створення робочої мережі можлива при мінімальних витратах часу на вивчення стека протоколів J-NET-SP. Комплект розробника XBee™ ZNet 2.5 J-NET-SP Development Kit дозволяє тестувати мережі J-NET-SP топології MESH («кожен з кожним»). Комплект складається з 5 модулів XBee Series 2 і 5 перехідних плат з інтерфейсами RS-232 і USB. Програмне забезпечення X-CTU для ПК дозволяє розробнику легко тестувати і конфігурувати модуль, виявляти вузли і робити моніторинг J-NET-SP-мережі. Програма X-CTU дозволяє також виконати тест дальності зв'язку, відображаючи силу сигналу в цифровому і графічному вигляді. Комплект розробника може також використовуватися для поновлення внутрішньої прошивки модулів. Переважна більшість налаштувань модулів, що входять до складу отладоного комплекту, вже виконано для простого запуску J-NET-SP-мережі. Як датчики диму беруться бездротові датчики з радіомодулем.



Малюнок 5.1 Бездротовий датчик диму

Бездротовий фотоелектричний датчик диму. Реагує на видимі частки продуктів горіння. Якщо концентрація диму перевищує пороговий рівень, датчик передає сигнал пожежної тривоги на центральну панель і включає вбудовану сирену. Невелика робота фахівців з впровадження модулів J-NET-SP в схеми датчиків займе небагато часу.

В цілому картина системи пожежної безпеки буде виглядати наступним чином:



Малюнок 5.2 Передача даних від датчика диму до модуля прийому(приймач).

Мною дане приміщення має загальну площу 502м². У даній площі я розміщую 5 датчиків диму і контрольний модуль для ведення моніторингу мережі. Кінцевий пристрій у вигляді вбудованого модуля в датчику диму передає інформації в певному інтервалі часу координатору. Координатор в свою чергу веде моніторинг мережі і передає отримані відомості серверного комп'ютера за допомогою підключення через USB порт. Всі дані отримані з датчиків обробляються в серверному комп'ютері, який в свою чергу веде звітність, зберігаючи внесені дані пристроїв. Серверний комп'ютер в свою чергу передає сигнал тривоги у разі ознак пожежі охоронним або пожежним службам через інтернет або GSM модуль.

Умовні позначення:

М- бездротової датчик диму з модулем J-NET-SP; х - порядковий номер.

БС - базова станція (контрольний пункт прийому даних).

У додатку Б представлений план приміщення з зазначеними пристроями.

5.2 Розрахунок зони дії сигналу

Без висновку наведемо формулу розрахунку дальності. Вона береться з інженерної формули розрахунку втрат у вільному просторі:

$$FSL = 33 + 20(\lg F + \lg D) \quad (5.1)$$

де FSL (free space loss) - втрати у вільному просторі (дБ);

F - центральна частота каналу на якому працює система зв'язку (МГц);

D - відстань між двома точками (км).

FSL визначається сумарним посиленням системи. Воно вважається таким чином:

$$Y_{\dot{a}\dot{a}} = P_{t,\dot{a}\dot{a}} + G_{t,\dot{a}\dot{a}} + G_{r,\dot{a}\dot{a}} - P_{\min,\dot{a}\dot{a}} - L_{t,\dot{a}\dot{a}} - L_{r,\dot{a}\dot{a}}$$

(5.2)

де - потужність передавача;

- коефіцієнт посилення передавальної антени;

- коефіцієнт посилення приймальної антени;

- реальна чутливість приймача;

- втрати сигналу в коаксіальному кабелі і роз'єми передавального тракту;

- втрати сигналу в коаксіальному кабелі і роз'єми приймального тракту.

Таблиця 5.1 - Технічні характеристики модулів XBee, XBee PRO

Параметри	XBee	XBee Pro
Радіус дії в приміщенні, м	30-100	100-1000
Радіус дії в просторі, м	100	>1000
Вихідна потужність, мВт	1	100
Швидкість передачі, кбіт / сек	250	
Чутливість приймача, дБм	-92	-100
Струм споживання в режимі прийому, мА	45	270
Діапазон частот, ГГц	2,4	
Робоча температура	-40°C ...+85 °C	
кількість каналів	16	13

FSL обчислюється за формулою:

$$FSL = Y_{дБ} + SOM \quad (5.3)$$

Де SOM (System Operating margin) - запас в енергетиці радіозв'язку (дБ).

Враховує можливі фактори, що негативно впливають на дальність зв'язку, такі як:

- Температурний дрейф чутливості приймача і вихідної потужності передавача;
- Всвозможние атмосферні явища: туман, сніг, дощ;
- Неузгодженість антени, приймача, передавача з антенно-фідерних трактом;

Параметр SOM зазвичай береться рівним 10 дБ. Вважається, що 10 дБ-ний запас щодо посилення достаточен для інженерного розрахунку. Центральна частота береться з таблиці 5.1.

Таблиця 5.2 - Обчислення середньої частоти

Канал	Центральная частота (МГц)
1	2412
2	2417
3	2422
4	2427
5	2432
6	2437
7	2442

8	2447
9	2452
10	2457
11	2462
12	2467
13	2472
14	2484

З таблиці 5.3 визначаємо втрати при передачі сигналу крізь різні перепони, перешкоди у вигляді: вікон, стін, дверей і т.д.

Таблиця 5.3 - Загасання від середовища поширення сигналу

Найменування	О		Значенн я
	д.ВИМ		
Вікно в цегляній стіні	д	Б	3
Скло в металевій рамі	д	Б	7
Офісна стіна	д	Б	7
Залізні двері в офісних стіні	д	Б	8
Залізні двері в цегляній стіні	д	Б	12.5
СКЛОВОЛОКНО	д	Б	0.5-1.1
Скло	д	Б	3-25

Дощ і туман	д Б/км	0.02- 0.06
дерева	д Б/м	0.36
Кабельна збірка pigtale	д Б	0.6
Смуговий фільтр NCS F24xxx	д Б	1.6
Коаксіальний кабель	д Б/м	0.5
Роз'єм N-type	д Б	0.65
інжектор живлення	д Б	0.6

Спростивши попередні формули, ми отримуємо в результаті формулу дальності:

$$D = 10 \left(\frac{FSL}{20} - \frac{33}{20} - \lg F \right) \quad (5.4)$$

Рішення:

Використання модуля XBee PRO

Обчислюємо параметр FSL:

$$G_{t, \text{дБ}} = G_{r, \text{дБ}} = 0$$

Так як в зазначеному приміщенні є перешкоди для прямої видимості і передачі сигналу, слід врахувати втрати викликані різними перешкодами. В даному випадку зв'язку між координатором і самим віддаленому датчиком (МЗ) є 2 вікна і 3 офісних стін.

Отже їх ослаблення відповідно до таблиці 5.2:

$$2xL_{\text{окно}}=4$$

$$3xL_{\text{офис.стена.}}=18$$

З рівняння (3.2) випливає, що сумарне посилення системи одно:

$$Y_{\text{дБ}} = P_{t,\text{дБ}} + G_{t,\text{дБ}} + G_{r,\text{дБ}} - P_{\text{min,дБ}} - L_{t,\text{дБ}} - L_{r,\text{дБ}} = 98\text{дБ}$$

У разі коли $SOM = 10$, то втрати у вільному пространствеіз рівняння (3.3) рівні:

$$FSL = Y_{\text{дБ}} + SOM = 88\text{дБ}$$

Звідси в підсумку отримуємо дальність з рівняння (5.4):

$$D = 10^{\left(\frac{88}{20} - \frac{33}{20} - \lg 2483\right)} = 234\text{м}$$

Рішення:

Використання модуля Xbee Обчислюємо параметр FSL:

$$G_{t,\text{дБ}} = G_{r,\text{дБ}} = 0$$

Так як в зазначеному приміщенні є перешкоди для прямої видимості і передачі сигналу, слід врахувати втрати викликані різними перешкодами. В даному випадку зв'язку між координатором і самим віддаленому датчиком (МЗ) є 2 вікна і 3 офісних стін.

Отже їх ослаблення відповідно до таблиці 3.2:

$$2xL_{\text{окно}}=4$$

$$3xL_{\text{офис.стена.}}=18,$$

З рівняння (5.1.2) випливає, що сумарне посилення системи одно:

$$Y_{\text{дБ}} = P_{t,\text{дБ}} + G_{t,\text{дБ}} + G_{r,\text{дБ}} - P_{\text{min},\text{дБ}} - L_{t,\text{дБ}} - L_{r,\text{дБ}} = 81\text{дБ}$$

У разі коли $SOM = 10$, то втрати у вільному пространствеіз рівняння (3.3) рівні:

$$FSL = Y_{\text{дБ}} + SOM = 71\text{дБ}$$

Звідси в підсумку отримуємо дальність з рівняння (3.4):

$$D = 10^{\left(\frac{71}{20} - \frac{33}{20} - \lg 2483\right)} = 33\text{м}$$

5.3 Розрахунок шумів

Для будь-якої передачі даних справедливим є твердження, що отриманий сигнал складається з переданого сигналу, модифікованого різними спотвореннями, які вносяться самою системою передачі, а також з додаткових небажаних сигналів, що взаємодіють з вихідної хвилею під час її поширення від точки передачі до точки прийому. Ці небажані сигнали прийнято називати шумом. Шум є основним чинником, що обмежує продуктивність систем зв'язку.

Шуми можна розділити на чотири категорії:

- теплової шум;
- інтермодуляційні шуми;
- перехресні перешкоди;
- імпульсні перешкоди.

Тепловий шум є результатом теплового руху електронів. Даний тип перешкод впливає на всі електричні прилади, а також на середу передачі електромагнітних сигналів. Тепловий шум є функцією температури і рівномірно розподілений по спектру частот, тому даний тип шуму називають

також білим шумом. Тепловий шум усунути не можна, тому саме він визначає верхня межа продуктивності систем зв'язку. Тепловий шум значно впливає на супутникові системи зв'язку, оскільки сигнал, одержуваний наземною станцією від супутника, досить слабкий.

Тепловий шум, присутній в смузі шириною 1 Гц, для будь-якого пристрою або провідника становить

$$N_0 = kT \quad (5.5)$$

Тут - щільність потужності шумів у ВАТ на 1 Гц смуги;

- постійна Больцмана,;

- температура в Кельвіна (абсолютна температура).

Считается, что шум не зависит от частоты. Следовательно, тепловой шум, присутствовавший в полосе диапазона B Гц, можно выразить следующим образом:

$$N = kTB. \quad (5.6)$$

Запишем этот выраз, используя децибел-ватт:

$$N = 10 \lg k + 10 \lg T + 10 \lg B \quad (5.7)$$

Ширину канала J-NET-SP приймемо рівної 5 МГц, отже за формулою (5.7):

$$N = 10 \lg 1.38 \cdot 10^{-23} + 10 \lg 293 + 10 \lg 5 \cdot 10^6 = -137 \text{ (Вт/Гц)}$$

Якщо сигнали різної частоти передаються в одному середовищі, може мати місце інтермодуляційний шум. Інтермодуляційний шум є перешкода, що виникають на частотах, які представляють собою суму,

різниця або твір частот двох вихідних сигналів. Наприклад, змішування двох сигналів, які передаються на частотах f_1 і відповідно, може призвести до передачі енергії на частоті. При цьому даний паразитний сигнал може інтерферувати з сигналом зв'язку, переданим на частоті.

Інтермодуляційний шум виникає внаслідок нелінійності приймача, передавача або ж проміжної системи передачі. Як правило, всі зазначені компоненти поведуться як лінійні системи, тобто їх вихідна потужність дорівнює вхідній потужності, помноженій на деяку константу. Для нелінійних систем вихідна потужність є більш складною функцією вхідної потужності. Нелінійність може бути викликана несправністю одного з деталей, використанням сигналу надмірної потужності або ж просто природою використовуваного підсилювача. Для зазначених випадків перешкоди виникають на частотах, які є сумою або різницею частот вихідних сигналів.

З перехресними перешкодами стикався кожен, хто під час використання телефону змінно чув розмову сторонніх людей. Даний тип перешкод виникає внаслідок небажаного об'єднання трактів передачі сигналів. Таке об'єднання може бути викликано зчепленням близько розташованих кручених пар, за якими передаються множинні сигнали. Перехресні перешкоди можуть виникати під час прийому сторонніх сигналів антенами НВЧ-діапазону. Незважаючи на те що для зазначеного типу зв'язку використовують високоточні спрямовані антени, втрат потужності сигналу під час поширення уникнути все ж неможливо. Як правило, потужність перехресних перешкод дорівнює по порядку (або нижче) потужності теплового шуму. Всі зазначені вище типи перешкод є передбачуваними і характеризуються відносно постійним рівнем потужності. Таким чином, цілком можливо спроектувати систему передачі сигналу, яка була б стійкою до вказаних перешкод.

Однак крім перерахованих вище типів перешкод існують так звані імпульсні перешкоди, які за своєю природою є переривчастими і складаються

з нерегулярних імпульсів або короточасних шумових пакетів з відносно високою амплітудою. Причин виникнення імпульсних перешкод може бути безліч, в тому числі зовнішні електромагнітні впливу (наприклад, блискавки) або дефекти (поломки) самої системи зв'язку[9].

5.4 Розрахунок лінії втрат

Численні дослідження характеристик малопотужних бездротових каналів зв'язку показали, що в реальних системах якість зв'язку значно коливається. Крім того, з'єднання між вузлами асиметричні, тобто ймовірність успішного прийому від передавача до приймача не дорівнює ймовірності успішної передачі в зворотному напрямку.

У більшості практичних застосувань мережі J-NET-SP експлуатуються всередині приміщення, а не на відкритому просторі в умовах прямої видимості між вузлами. У моїй роботі мережу J-NET-SP реалізована в офісному приміщенні з площею 504 м².

Для визначення поширення сигналу всередині приміщення використовується формула визначення розподілу втрат в тракті:

$$P_{r, \text{дБ}} = \frac{P_{t, \text{дБ}} G_{t, \text{дБ}} G_{r, \text{дБ}} \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \quad (5.8)$$

де

$P_{t, \text{дБ}}$ - потужність сигналу передавальної антени;

$P_{r, \text{дБ}}$ - потужність сигналу, що надходить на антену приймача;

λ - довжина хвилі несучої;

d - відстань, пройдену сигналом між двома антенами;

$G_{t, \text{дБ}}$ - коефіцієнт посилення передавальної антени;

$G_{r, \text{дБ}}$ - коефіцієнт посилення антени приймача.

Для обчислення ослаблення того ж значення в провітрюваному приміщенні в децибелах слід взяти десятковий логарифм від зазначеного відносини, після чого помножити отриманий результат на 10[10].

$$P_L = 10 \log \frac{P_{r,\hat{A}}}{P_{r,\hat{A}}} = -10 \log \frac{\lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \quad (5.9)$$

Модель логарифмічно-нормального розподілу втрат в тракті:

$$P_L(d) = 20 \log_{10}(f_{MHz}) + 20 \log_{10}(d) - 28 \quad (5.10)$$

$P_{тдБ} = 100$ мВт (20 дБмВт), $G_{тдБ} = 1$, $G_{рдБ} = 1$, $\lambda = 0,125$ м, $d = 100$ м, отже за формулою 3.3.2 розрахуємо потужність сигналу, що надходить на антену приймача:

$$P_{r,дБ} = \frac{100 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 1 \cdot (0,125)^2}{(4 \cdot 3,14)^2 \cdot (100)^2} = 4,3 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} = 4,3 \cdot 10^{-9} \text{ мВт}$$

$$P_{r,\hat{A}} = 10 \log(4,3 \cdot 10^{-5} \hat{A}) = -43,665 \text{ дБмВт}$$

Модель логарифмічно-нормального розподілу втрат в тракті з урахуванням ослаблення за рахунок перешкод:

$$P_L(d) = \bar{P}_L(d_0) + 10n \log_{10}\left(\frac{d}{d_0}\right) + X_\sigma \quad (5.11)$$

де - загасання на еталонному відстані;

- нульова гауссова випадкова величина в децибелах стандартним відхиленням, значення взяті з інтернет сайту [10];

- відстань між передавачем і прийомним модулем (1200м у вільному просторі);

-еталонное відстань між передавачем і прийомним модулем (100м в приміщенні);

- показник ступеня втрат в тракті (середнє значення для офісних приміщень $n = 3$ з відхиленням в 7дБ);

З рівнянь вище можна висловити:

$$\bar{P}_L(d) = 20\log_{10}(f_{MHz}) + 10n\log_{10}(d) - 28 + X_\sigma \quad (5.12)$$

де - частота модуля рівна - 2400 МГц; відстань між модулями усередині приміщення допустимо 100 м, X_σ - значення см. в таб.5.2.

Підставляючи дані отримуємо наступні значення:

$$\bar{P}_L(d) = 20\log_{10}(2400) + 10(3)\log_{10}100 - 28 + X_\sigma = 99,6dB$$

Так як в моїй роботі використовується невелике офісне приміщення, я не потребує розрахунку поширення і ослаблення сигналу при проходженні крізь перешкоди у вигляді поверхів. При розрахунку висотних будівель використовується наступна формула розрахунку модель ослаблення сигналу з урахуванням перешкод.

$$\bar{P}_L(d) = 20\log_{10}(f_{MHz}) + 10n_{SF}\log_{10}(d) - 28 + FAF \quad (5.13)$$

де - експонента величини лінії втрат для однакових розмірів перешкод (поверхів);

- (Floor Attenuation factor) коефіцієнт загасання перешкод у вигляді поверхів[10] ;

Малюнок 5.3 - Програмування на мові Delphi 7

6. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ «СИСТЕМА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ НА ОСНОВІ БЕЗДРОТОВИХ МЕРЕЖ»

6.1. Опис ідеї проекту

Система для виявлення пожежної небезпеки розробленої на основі бездротових мереж та передачею даних на пульт керування ДСНС. Спеціалізоване програмне забезпечення дає змогу виявити загрозу пожежі та своєчасно попередити службу ДСНС про небезпеку. Система складається з модуля прийому та передачі даних, двох сенсорів для виявлення пожежі та субпанелі.

В межах підпункту послідовно проаналізовано та подано у вигляді таблиць: зміст ідеї; можливі напрямки застосування; основні вигоди, що може отримати користувач товару та чим відрізняється від існуючих аналогів та заміників;

Таблиця 6.1. Опис ідеї стартап-проекту

<i>Зміст ідеї</i>	<i>Напрямки застосування</i>	<i>Вигоди для користувача</i>
Своєчасне виявлення пожежної загрози та її попередження використовуючи бездротові мережі	Іспит схожих систем	Зручна схема застосування і доступом до будь-якої деталі
	Збір даних про характеристики для використання в майбутній розробці	Простота збору необхідних даних
	Допомога у розробці інтерфейса з урахуванням недоліків попередньої системи	Можливість змінювати і підлаштовувати необхідні параметри для більш досконалішої роботи системи
	Проведення наукових досліджень системи пожежної безпеки в критичних умовах	Можливість легко та безпечно обладнати систему в лабораторії. Прилад має невеликі габарити.

Отже, ми маємо зручний у користуванні прилад для перевірки та дослідження системи пожежної безпеки на основі бездротових мереж, який

можна використовувати в будь-якому приміщенні де є загроза пожежної небезпеки. Простота обслуговування, невеликі габарити та висока точність зацікавлять у придбанні даного приладу, як підприємства, які виготовляють прилади схожого типу, так і лабораторії чи інститути, що досліджують системи пожежної небезпеки з використанням бездротових мереж.

Таблиця 6.2. Визначення сильних, слабких характеристик ідеї проекту

№ n/n	Техніко- економічні характерис- тики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів			W (слабк а сторо на)	N (нейт ральн а сторо на)	S (сильн а сторо на)
		Мій проект	DZEGA	DEOS RELEAS E			
1.	Ціна	60000 грн.	80000 грн.	55000 грн.		✓	
2.	Собівартість	40000 грн.	65000 грн.	45000 грн.			✓
3.	Надійність	1.5 роки гарантії	1 рік гарантії	1 рік гарантії			✓
4.	Транспорта бельність	Легко транспор тується	Не транспорту ється	Складно транспо ртується		✓	
5.	Екологічніс ть	Мінімал ьний рівень впливу на довкілля	Мінімаль ний рівень впливу на довкілля	Мінімал ьний рівень впливу на довкілля		✓	

Отже, даний проект є конкурентоспроможним, адже майже не поступається найближчим конкурентам у таких характеристиках, як ціна та екологічність. А собівартість та можливий прибуток є найбільшим серед найближчих конкурентів. Крім того прилад відрізняється, у кращу сторону, надійністю, що є дуже важливим показником для лабораторій та інститутів, що не мають достатнього фінансування.

6.1.1 Технологічний аудит ідеї проекту

Таблиця 6.3. Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ n/n	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Розроблення інтерфейсу	Використання субпанелі пожежної сигналізації для виявлення небезпеки	Існуюча технологія	Доступна технологія
2	Використання різних типів бездротових з'єднувань для передачі та прийому даних	Використання готових систем для бездротових з'єднань	Існуюча технологія	Доступна технологія
3	Виявлення та попереджування про загрозу	Використання датчиків виявлення пожежі та передача інформації про небезпеку на пульт ДСНС	Існуюча технологія	Доступна технологія
4	Можливість використання пожежної системи в будь-якому приміщенні	Використання будь-якої бездротової мережі для передачі даних	Існуюча технологія	Доступна технологія
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Прилад можна зібрати із готової продукції, але для покращення конкурентоспроможності буде доцільним виготовляти субпанелі власного виробництва, розроблених спеціально для приладу.				

Отже, реалізація проекту є повністю можливою. Для створення приладу необхідно знайти постачальників для розроблення програмного забезпечення, оптичних та аспіраційних датчиків, модулів бездротових мереж. Але розробляти та виготовляти дану продукцію самостійно буде значно швидше та вигідніше.

6.2 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Таблиця 6.4. Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ n/n	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	2
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	80000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає

4	Наявність обмежень для входу	Час на отримання ліцензії
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Відповідність міжнародним стандартам: ISO 8124-1-2014
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	33.3%

Отже, за попереднім оцінюванням ринок є привабливим для входження, адже мінімальна кількість фірм конкурентів на ринку, крім того їх продукція має вищу собівартість та ціну. З розвитком ринку є ризики більшої конкуренції з боку зарубіжних фірм. Прогнозована конкуренція на внутрішньому ринку майже відсутня, тому буде легко його зайняти.

Таблиця 6.5. Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

<i>№ п/п</i>	<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)</i>	<i>Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів</i>	<i>Вимоги споживачів до товару</i>
1.	Покращення точності визначення попженої небезпеки	Виробники протипожежних систем сигналізації та оповіщення	Обсяги випуску продукції, можливість комплексування систем, Використання різних алгоритмів обробки інформації, використання різних моделей комплектуючих	Низька ціна, висока точність, зручність в експлуатації, післяпродажна підтримка
2.	Дослідження бездротових систем для передачі даних	Лабораторії та дослідницькі інститути	Обсяги випуску продукції, комплексування систем, Використання різних алгоритмів обробки даних, використання різних комплектуючих	Можливість проведення досліджування в реальному часі, висока точність, зручність в експлуатації

Отже, потенційними клієнтами є підприємства, що розробляють протипожежні системи сигналізації та оповіщення. Для них продукція є привабливою через зручність експлуатації, відносно низькою ціною, простотою обслуговування. Також потенційними клієнтами є лабораторії та

дослідницькі інститути. Для них продукція є привабливою через високу точність та можливість дослідження будь-яких типів бездротових мереж.

Таблиця 6.6. Фактори загроз

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст загрози</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1	Збільшення конкуренції на ринку	Із зростанням попиту, збільшиться і кількість виробників подібної продукції	Покращення технологічних процесів та зниження ціни на готову продукцію
2	Відсутність попиту	Відсутність зацікавлених осіб для покупки даного товару	Використання більш сучасних компонентів, моніторинг ринку.
3	Застаріння	Поява більш сучасної продукції	Моніторинг нових розробок та ідей. Постійна модернізація ключових аспектів приладу
4	Нестабільна загальна ситуація в країні	Нестабільне положення в країні, що відображається на потребах.	Реалізація заходів з економічної стабілізації, приватизації та корпоратизації
5	Орієнтація тільки на одного постачальника сировини	Відсутність можливості придбати комплектуючі необхідні для приладу	Налагодження власного виробництва необхідних деталей та приладів. Дослідження можливості й інших варіантів отримання сировини

Таблиця 6.7. Фактори можливостей

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст можливості</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1	Погіршення позицій конкурентів	Зменшення конкурентоспроможності інших компаній	Заохочення нових клієнтів
2	Різде зростання попиту	Збільшення кількості зацікавлених клієнтів	Моніторинг ринку та постійний пошук нових клієнтів
3	Поява нових технологій виготовлення продукції	Покращення технологічних процесів виготовлення продукції	Модернізація виробничого обладнання
4	Ріст рівня	Збільшення	Моніторинг ринку та

	прибутків потенційних клієнтів	фінансування інститутів, лабораторій, дослідницьких інститутів тощо	постійний пошук нових клієнтів
5	Поява нових ринків збуту	Поява нових клієнтів охочих придбати продукцію	Моніторинг ринку та постійний пошук нових клієнтів

Отже, проведений розгляд різних факторів, направлений на виявлення загроз і можливостей, що можуть виникнути в зовнішньому середовищі по відношенню до проекту, і сильних та слабких сторін, якими можна зменшити їх вплив. Основною загрозою є можливе зниження попиту на продукцію, але якщо постійно шукати нових клієнтів та виходити на ринки зі стабільною економічною ситуацією, то можна зменшити ризики.

Таблиця 6.8. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

<i>Особливості конкурентного середовища</i>	<i>В чому проявляється дана характеристика</i>	<i>Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)</i>
1. Тип конкуренції: монополістична	відносно велика кількість невеликих виробників пропонують схожу, але не ідентичну продукцію	Потрібно працювати над репутацією компанії, забезпечуючи високу якість продукції
2. За рівнем конкурентної боротьби: національний	Замовниками таких товарів є фірми з різних куточків світу. Доставка товару не відіграє велику роль в цьому сегменті	Потрібно як можна більше розширювати міжнародні зв'язки
3. За галузевою ознакою: внутрішньогалузева	Основною галуззю являється навігаційна сфера	Розширювати можливості використання продукції на різних ринках збуту
4. Конкуренція за видами товарів: товарно-видова	Спостерігається конкуренція між товарами одного виду. У цьому важливого значення набуває марка товару.	Підвищення якості товару. Удосконалення маркетингової політики.

	Здебільшого це боротьба між марками-конкурентами.	
5. За характером конкурентних переваг: - цінова	Ціни на точні прилади є порівняно висока, за допомогою удосконалення алгоритмів можна зменшити ціну товару	Підприємство може працювати над покращенням методу обробки даних та аналізу отриманої інформації з вимірювачів
6. За інтенсивністю: - марочна	Велику роль відіграє репутація компанії, що виготовляє прилад	Збільшення кількості реклами та покращення маркетингової політики.

Отже, починати поширювати продукцію потрібно з внутрішнього ринку, а після появи достатньої кількості стабільних клієнтів необхідно налагоджувати міжнародні зв'язки. Підтримувати інтерес до продукції за допомогою реклами та пошуку нових клієнтів. Також необхідно налагоджувати власне виробництво необхідних деталей та приладів.

Таблиця 6.9. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

<i>Складові аналізу</i>	<i>Прямі конкуренти в галузі</i>	<i>Потенційні конкуренти</i>	<i>Постачальники</i>	<i>Клієнти</i>	<i>Товари-замінники</i>
	Deos release Dzega	Наявність товарних знаків, доступ до ресурсів.	Значення розміру поставок, Диференціація витрат	Розмір закупівель, торгівельні знаки	Ціна, лояльність споживачів.
Висновки:	Інтенсивність конкуренції прийнятна. Більшість фірм отримують цілком помірний прибуток.	Присутні можливості входу на ринок за рахунок інвестицій. Потенційних конкурентів мало	Постачальники диктують умови роботи на ринку	Клієнти не диктують умови роботи на ринку. Вимоги до габаритних і метрологічних характеристик продукту.	Обмежень для роботи на ринку немає.

Отже, інтенсивність конкуренції на ринку є цілком прийнятною та відносно невеликою. Є можливості для отримання прибутку. Присутні можливості входу на ринок за рахунок інвестицій. Потенційних конкурентів

майже не має. Ринок майже не зайнятий і є великий потенціал для захоплення більшої частини існуючого ринку та розширення на нові ринки збуту.

Таблиця 6.10. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ n/n	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Рівень якості товару та його стабільність	Підвищення точності для виявлення пожежної небезпеки
2	Цінова політика	Цінова політика буде формуватись з урахуванням можливостей компанії і споживачів
3	Простота експлуатації	Простота використання є одним з ключових факторів які дозволять швидко користувачеві перейти до експлуатації приладу
4	Гнучкість	Можливе швидке удосконалення приладів за рахунок перепрограмування.
5	Простота обслуговування	Є можливості для швидкого ремонту продукції

Отже, рівень якості товару повинен відповідати високим стандартам, які необхідні тля того щоби заціквати у продукції дослідницькі інститути, лабораторії, підприємства що розробляють протипожежні системи сигналізації та оповіщення тощо. Простота ремонту та експлуатації допоможе привернути увагу потенційних клієнтів тим, що можна буде швидко та без проблем залучати нових користувачів.

Таблиця 6.11. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№ n/n	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з Dzega						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Цінова політика	18					✓		
2	Обслуговування	19							✓
3	Якість алгоритмів	15					✓		
4	Готова методика виготовлення	9	✓						
5	Програмна частина	17					✓		
6	Простота експлуатації	18						✓	
7	Точність	18						✓	
8	Репутація	10	✓						

Отже, спираючись на фактори конкурентоспроможності (Таблиця 5.9) та підсумовуючи рейтинг товару відносно конкурентів, запропонований стенд має більший рейтинг відносно прямих конекурентів. Дана таблиця показує якими саме особливостями розроблений прилад відрізняється від аналогів та в яку саме сторону. Детальний аналіз показує, що сильними сторонами є простота експлуатації, гнучкість та простота обслуговування.

Таблиця 6.12. SWOT- аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Простота використання 2. Стабільність роботи 3. Гнучкість 4. Вища звадостійкість 5. Великий діапазон вимірювань 6. Габарити 7. Транспортування 	<p>Слабкі сторони:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Своєчасне оновлення маеріальної бази 2. Відносно нове ПЗ може мати недоліки 3. Ціна 4. Залежність від постачальників
<p>Можливості:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Вихід на міжнародний ринок 2. Збільшення попиту 3. Необхідність до інтеграції 4. Освоєння нових сфер 5. Індивідуальне замовлення 6. Співпраця з конкурентами 	<p>Загрози:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Конкуренція 2. Економічна не стабільність 3. Якість продукту 4. Вартість комплекруючих 5. Патентні позови 6. Сертифікація

Отже, для виходу стартап-проекту на ринок необхідно швидко знайти постачальників необхідних комплектуючих та налагодити поставки, створити спеціалізоване програмне забезпечення для приладу. А в майбутньому зайнятися розробкою власного виробництва необхідних комплектуючих для приладу з урахуванням особливостей приладу та запитів споживачів, для зменшення собівартості та покращення характеристик продукції.

Таблиця 6.13. Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки</i>	<i>Ймовірність отримання ресурсів</i>	<i>Строки реалізації</i>
1	Створення перших прототипів	Отримання комплектуючих буде залежати від доставки з країн виробників	1-2 місяці
2	Здійснення розрахунків з постачальниками сировини, матеріалів та комплектуючих, тобто розвиток бартеру	Отримання ресурсів буде залежати від можливостей та бажання виробників необхідних комплектуючих до співпраці	3 місяці
3	Розширення пошуку альтернативних закупівель матеріальних ресурсів	Висока ймовірність знайти нових постачальників комплектуючих	1 місяць
4	Розширення маркетингових досліджень і прогнозування поведінки основних конкурентів, а також визнання їх досягнень в ваших наших цінових стратегіях	Ймовірність отримати нових клієнтів за рахунок переманювання їх у конкурентів	2 місяці

Отже, важливо завжди мати альтернативні комплекси дій для захисту проекту від мінливої ринкової поведінки. Найкращою альтернативою буде використання другого пункту з заміною блоків алгоритму існуючими більш простими методами обрахунку. З огляду на ймовірності отримання ресурсів та строки можливої реалізації, він завжди дозволить виготовляти конкурентну продукцію.

6.3 Розроблення ринкової стратегії проекту

Таблиця 6.14. Стратегія охоплення ринку

<i>№ n/n</i>	<i>Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів</i>	<i>Готовність споживачів сприйняти продукт</i>	<i>Орієнтовний попит в межах цільової</i>	<i>Інтенсивність конкуренції в сегменті</i>	<i>Простота входу у сегмент</i>
------------------	---	--	---	---	---

			<i>групи (сегменту)</i>		
1	Науково дослідні інститути	Готові	Високий попит	Низька	Просто
2	Лабораторії	Готові	Середній попит	Низька	Середня
3	Вищі навчальні заклади	Не готові	Низький попит	Низька	Складно
4	Заводи, що виробляють протипожежні системи сигналізації та оповіщення	Не готові	Низький попит	Низька	Складно
5	Школи	Готові	Високий попит	Низька	Середня

Отже, основними цільовими групами буде обрано науково дослідні інститути, лабораторії та школи для початку та відносно легкого виходу на ринок. Також у майбутньому буде доцільно шукати нові групи цільових клієнтів. Наприклад вищі навчальні заклади та заводи, що виробляють протипожежні системи сигналізації та оповіщення, за рахунок низької ціни на продукцію, високі надійність та точність.

Таблиця 6.15 Визначення базової стратегії розвитку

<i>№ n/n</i>	<i>Обрана альтернатива розвитку проекту</i>	<i>Стратегія охоплення ринку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>
1	Зменшення вартості	Швидке реагування на ціновий ринок сегменту	Можливість зменшити вартість приладу за рахунок нижчої ціни на компоненти, Можливість включення програмного сегменту до існуючих подібних	Стратегія лідерства по витратах

			систем, що спростить використання.	
2	Покращення комфорту у використанні та обслуговуванні приладу	Визначати потреби цільових ринків, оперативно реагувати на зміни в ринковому попиті, проводити ефективну політику маркетингових комунікацій	Ринкове позиціонування. Зменшення замінності товару.	Стратегія диференціації
3	Концентрація на потребах одного цільового сегменту	Задоволення потреб обраного цільового сегменту	Робота тільки у межах цільового сегменту	Стратегія спеціалізації

Отже, доцільним буде зосередитись на стратегії диференціації та стратегії лідерства по витратах. Стратегія спеціалізації є занадто ризикованою через те що низька ринкова доля у разі невдалої реалізації стратегії може істотно підірвати конкурентоспроможність компанії. Необхідно зменшувати собівартість приладу за рахунок пошуку нових постачальників комплектуючих.

Таблиця 6.16. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

<i>№ п/п</i>	<i>Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?</i>	<i>Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?</i>	<i>Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?</i>	<i>Стратегія конкурентної поведінки</i>
1.	Проект не є «першопрохідцем»	Компанія буде як шукати нових	Компаніє не буде копіювати основні	Стратегія виклику лідера

		споживачів так і забирати існуючих у конкурентів	характеристики товару конкурента	
--	--	--	----------------------------------	--

Отже, проект не є першим на ринку, але конкуренція є досить низькою. Планується як шукати нових споживачів та ринків збуту, так і захоплювати існуючих ринків та споживачів у конкурентів. Компанія зосередиться на створенні абсолютно не схожого на конкурентів товару і не буде копіювати основні характеристики товару конкурентів. Буде обрано стратегію виклику лідера.

Таблиця 6.17 - Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформулювати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Простота використання	Стратегія диференціації	Автоматична настройка та калібровка приладу	Легко, зручно, швидко
2	Надійність	Стратегія диференціації	Низький шанс появи несправності	Авторитет, якість, вивіреність
3	Точність	Стратегія диференціації	Висока точність вимірів	Вірно, досконало, коректно
4	Довговічність	Стратегія диференціації	Тривалий час безперервної роботи	Надійність, довговічність, гарантія якості
5	Простота транспортування	Стратегія диференціації	Легка зборка та розборка приладу, невеликі габарити при упаковці	Легке транспортування, швидка установка, швидкий старт роботи

Отже, при аналізі стратегії позиціонування показує, що цільові аудиторії проекту цінують точність, надійність, довговічність, простоту

використання та простоту транспортування. Проект буде повністю відповідати потребам ключових цільових аудиторій а також привертати увагу нових клієнтів за рахунок високої якості продукції.

Таблиця 6.18 Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Довговічність	Тривале використання	Довший строк гарантії
2	Точність	Досягнення високої точності. Похибка 0.1%	Більша точність
3	Простота ремонту	Велику кількість проблем з приладом може вирішити споживач	Немає не замінних елементів приладу
4	Простота отримання результатів	Прилад легко підключити до будь-якого комп'ютера	Немає необхідності у спеціалізованому обладнанні для спостереження та збереження результатів
5	Простота експлуатації	Легко навчитися використовувати прилад будь-кому	Немає необхідності мати спеціальні навички для експлуатації обладнання

Отже, прилад має велику кількість переваг відносно прямих конкурентів, та має високу конкурентоспроможність. Точність, довговічність, простота ремонту, простота отримання результатів та простота експлуатації приверне увагу як нових клієнтів так і клієнтів, які уже закупають товар у конкурентів. В результаті визначення переваг концепції товару можливе створення цільової реклами товару та донесення цільового повідомлення до кінцевого клієнта.

Таблиця 6.19 Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові	
I. Товар за задумом	Продукт використовується для виявлення пожежної загрози та попередження служби ДСНС	
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	
	1. Точність	Похибка 0.1%
	2. Дальність передачі бездротового сигналу	5000 м
	3. Розміри	132x132x31 мм
	4. Вага	216 гр
	5. Використання електроенергії	3 В
	Відповідність до ISO 13013:2013 ISO/IEC 17025	
	Пакування: Картонний ящик з пінопластовим наповнючем Марка: «KPI Security»	
III. Товар із підкріпленням	<u>До продажу патент</u>	
	<u>Після продажу постійне удосконалення</u>	
Потенційний товар буде захищено від копіювання за рахунок логотипу, введення комерційної таємниці на розрахунки та конструкцію модуля, патент.		

Отже, товар має певні особливості за якими його буде легко відрізнити від схожої продукції. Сам прилад та упаковка буде захищено від копіювання за рахунок особливого логотипу, введення комерційної таємниці на розрахунки та основні особливості характеристик приладу. Отримання патенту на усі розробки, та указання максимально повного спектру характеристик у патенті з метою захисту від копіювання із незначними змінами.

Таблиця 6.20 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
1	55000-80000 грн	55000-80000 грн	100000 грн	60000-70000 грн

Отже, обрано низьку цінову категорію, для захоплення клієнтів у фірм конкурентів та виділення на фоні продукції конкурентів для привернення уваги нових клієнтів. Це можливе за рахунок простоти конструкції та зменшення собівартості. Із налагодженням власного виробництва

комплектуючих буде можливість зменшити ціну на товар або залишити ціну не змінною та підвищити прибутки.

Таблиця 6.21 Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Продаж	Повний супровід товару до замовника	Нульового рівня	Безпосередній (прямий)
2	Оренда	Надання консультації та оренди обладнання	Нульового рівня	Безпосередній (прямий)

Отже, основними каналами збуту є оренда та продаж. Через відносно не великі об'єми виробництва немає сенсу використовувати підрядників для реалізації товару. Тому обрано нульовий рівень глибини каналу збуту та прямої системи збуту.

Таблиця 6.22. 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
	Зовнішні обставини спонукають споживача до пошуку рішення	Реклама SMM Сайт виробника	Високошвидкісна Простота Надійність	Донесення можливостей виконання досліджень за допомогою цього стенду	Демонстрація можливостей даного стенду та можливостей застосування

Отже, маркетингова комунікація проходить через рекламу приладу на наукових конференціях, виставках електроніки та новітньої техніки, у вищих навчальних закладах, рекламі на наукових сайтах тощо. Метою цих рекламних оголошень є донесення можливостей даного стенду та простоти

його експлуатації. Вся медіа реклама спрямована на показ дослідницьких можливостей стенду.

6.4. Висновки до розділу

Даний розділ присвячений розробленню першого етапу створення стартап-проекту. Найголовнішим в проведенні будь-якої наукової роботи є подальша комерціалізація отриманих результатів та можливість застосування розробленої концепції в промисловості. Більшість ідей в тій чи іншій мірі впливають на економічну складову підприємства. Тому розроблена ідея може бути використана як бізнес модель та може бути продана зацікавленим особам.

Першим кроком було відбір та висвітлення самої ідеї проекту. Для цього в таблиці 5.1 приведено назву проекту та можливі зацікавлені сторони, котрі будуть потенційними споживачами продукту та які саме ризики можуть бути під час реалізації. Аналіз слабких та сильних сторін дають можливість автору проекту визначити аспекти, на яких слід зробити ставку. Перелік слабких, сильних та нейтральних характеристик ідеї дає можливість до уявлення конкурентоспроможності запропонованого рішення. Для даного проекту було обрано виявлено не зайняту нішу товару у дослідження тягових можливостей повітряних гвинтів квадрокоптерів. Сильними сторонами проекту являються простота експлуатації, надійність, безпека, висока точність.

Наступним кроком проводився технологічний аудит проекту. Під час аудиту отримано можливість до розуміння кращої технології виконання. Виявлено, що більшість технологій вже існує, однак використання останніх не дасть можливості мати переваги над конкурентами. Саме ставка на інноваційні методи підвищення точності можуть зробити пристрій унікальним та незамінним. Загалом, створення проекту можливе, однак необхідно провести доволі сильну рекламну компанію для зацікавлення покупців.

Зважаючи на отримані результати в процесі розробки стартап-проекту можна сказати, що на ринку наявний попит для збуту продукції, з великим динамічним ростом в останні роки, що може відіграти вирішальну роль в швидкій рентабельності проекту.

З огляду на потенційні групи клієнтів видно, що є перспективи впровадження стартап-проекту в життя, особливо з точними характеристиками, високою стабільністю та з широким профілем використання, що додатково дозволить привертати увагу потенційних інвесторів.

Також присутні певні бар'єри входження на ринок. Передусім це наявність конкурентних компаній з розробки схожих пристроїв. Головними конкурентами на ринку являються Dzega і Deos release.

Обрані альтернативні варіанти розвитку проекту, як зменшення вартості готового продукту та підвищення точності оброблюваних параметрів. До яких, за ключовими параметрами, обрано базові стратегія розвитку за М. Портером, як стратегія диференціації та стратегія спеціалізації відповідно.

Тому, з першочерговими вкладеннями та допомогою інвесторів чи державних установ подальша імплементація проекту є можлива.

ВИСНОВОК

Темою магістерської дисертації є використання бездротової технології J-NET-SP в НС.

Метою даної роботи було аналіз можливості застосування бездротової технології J-NET-SP в системах протипожежної безпеки.

Незважаючи на великий обсяг і актуальність проекту мені вдалося виконати всі вище поставлені завдання.

В роботі проведений аналіз систем зв'язку, підбір і обґрунтування використовуваної системи передачі даних, розглянуті особливості схеми, обладнання, а також топології мережі.

Була спроектована пожежна система безпеки для приміщення. В роботі проведені теоретичний розрахунок енергоспоживання, розрахунок потужностей передавачів і втрати у вільному просторі, розрахунок зони дії сигналу, поширення сигналу всередині приміщення. Розроблено програму для розрахунку технічних параметрів на мові програмування Delphi.

У техніко-економічному обґрунтуванні проекту проведені розрахунки капітальних вкладень для побудови мережі і покупки устаткування.

Питання безпеки завжди є актуальним. Використання нових технологій в цій галузі завжди викликало особливий інтерес суспільства і служб безпеки.

Жорсткі вимоги для систем безпеки і розвиток сучасних інформаційних пристроїв доводять актуальність застосування даної технології.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Д.Панфилов. Введение в беспроводную технологию J-NET-SP стандарта 802.15.4 // Электронные компоненты. - №12. – 2004
2. М.Соколов. Программно-аппаратное обеспечение беспроводных сетей на основе технологии J-NET-SP /802.15.4 // Электронные компоненты. - №12. – 2004
3. Е. Баранова. IEEE 802.15.4 и его программная настройка J-NET-SP. - Интернет-журнал по широкополосным сетям и мультимедийным технологиям;
<http://www.telemultimedia.ru/art.php?id=292>
4. Семенов Ю.А. Беспроводные сети J-NET-SP и IEEE 802.15.4.: Михаил Крикун; <http://book.itep.ru/4/41/zigbee.htm>
5. Дмитриев В. Технология J-NET-SP // Компоненты и технологии. – №1. – 2004
6. J-NET-SP /802.15.4. – Компоненты беспроводных технологий: сайт компании «Компел»; <http://www.compel.ru/catalog/wireless/zigbee>
7. Кирпичики для построения сети J-NET-SP. – сайт компании «Контракт электроники»;
<http://www.contracselectronica.ru/info/articles/tech/zigbee/>
8. Д.Панфилов. Система пожарной сигнализации с радиоканалом// Электронные компоненты. – №9. – 2003
9. MSP430 и продукция Chipcon в беспроводных сенсорных приложениях и устройствах обеспечения безопасности. – Новости Электроники: сайт компании «Компел»;
<http://www.compeljournal.ru/enews/2007/3/8>
10. Estimating J-NET-SP transmission range in the ISM band. – Electronic Design Strategy: Мартин Савери; <http://www.edn-europe.com/estimatingzigbeetransmissionrangeintheismband+article+1608+Europe.html>
1