**АННОТАЦІЇ**

**ANNOTATIONS**

**ВСТУП**

Поширення сенсорних мереж не випадковість – вони дозволяють вирішувати різнотипні задачі без участі оператора. Розподілення, самоорганізація та стійкість до завад та внутрішніх помилок дозволяє створювати узгоджену мережу із різних пристроїв, які не потребують спеціального встановлення. Усі дані надходять через сенсори у центральний вузол для обробки, прийняття рішення та виконання певної дії.

Об’єднання різних пристроїв загальним алгоритмом дозволяє їх використовувати задля цільових робіт та процесів без шкоди один одному на технічному рівні. Процес обміну даними спонукає вибирати способи підключення елементів в залежності від самих робочих компонентів, завантаженості, потоку передачі даних, простоти та якості роботи мережі.

У даній роботі розглянуті та проаналізовані сенсорні мережі, є огляд на вибір підходу для налаштування сенсорної мережі, методи передачі пакетів даних та практичне використання, а також і на вимоги для створення мережі «Розумний університет». Сенсорні мережі нині використовуються за цільовим призначенням, для побутових і загальних цілей, але їх можливості надалі будуть зростати.

**АПАРАТНІ ЗАСОБИ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ**

За допомогою мультисенсорів система збирає різні вимірювальні дані, що надходять із різних точок положення мережі, та надаються у центральний вузол для обробки та приймання рішення. Сам мультисенсор – сукупність датчиків, що вимірюють декілька фізичних величин одночасно. Сама мережа має чітку ієрархію, її поділ схематично зображають деревовидною, зірчатою або іншими зображеннями. На кожному рівні виконується обмін даними меж вузлами, які виконують різні функції – джерела інформації, приймання, обробки. Поширення безпровідних сенсорних мереж зобов’язане зменшенню габаритів, швидкому розвитку технології безпровідного зв’язку, а також зниженню енергоспоживання.

Перевагами безпровідних сенсорних мереж є висока надійність мережі у цілому, стійкість до електромагнітних завад, легке встановлення та підключення пристроїв. Завдяки цьому вони поширені у використанні серед різних видів моніторингу: стан конструкцій, будівель; системи пожежної, сейсмічної та екологічної безпеки; параметрів навколишньої середи; для відстеження цілей у процесі бойових дій; для узгодження побутових пристроїв.

При передачі даних у безпровідних сенсорних мережах виникають проблемі, які пов’язані із обмеженою полосою пропускання, яка використовується у якості ліній зв’язку радіоканалів. У ситуаціях, коли велика кількість вузлів намагається виконати передачу даних, може виникати перенавантаження мережі, або навіть її вимикання, в наслідок чого її пропускна здатність падає до нуля. Окрім того, окремі сенсорні вузли можуть як входити, так і виходити із мережі по ряду різних причин. Подібна зміна конфігурації мережі призводить до необхідності змінювати маршрути пакетів даних, що також зменшує пропускну здатність мережі.

Одним із можливих підходів до рішення проблеми є установка пріоритетності переданим по мережі пакетам та організація першочергової доставки пакетів з більш високим пріоритетом. Перспективним є спосіб призначення пріоритетів вузлам безпровідної сенсорної мережі з використанням деякого бінарного відношення консенсусів, які отримуються у результаті процедури агрегування переваг.

Переваги розподілення вузлів по пріоритету формуються на основі показників мультисенсорів, а з цього формується черга передачі пакетів і розподіляється пропускна здатність мережі в залежності від змісту надходження. Таким чином рішення о пріоритетній передачі даних приймається на основі агрегування різнорідних даних мультисенсорів. Цей підхід узгоджується із загальноприйнятою концепцією якості обслуговування(Quality of Service, QoS). Загальними показниками QoS є малі затримки у передачі даних від джерела до центрального вузла, а також низькі втрати даних.

Аналіз методів агрегування даних мультисенсорів:

1. Розробка протоколу передачі пакетів даних мельтисенсорів у безпровідній сенсорній мережі на основі розробленого метода призначення пріоритетів;
2. Програмна реалізація та експериментальна перевірка методу передачі пакетів даних мультисенсорів у безпровідній сенсорній мережі

**ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Характеристики** | **GSM** | **ZigBee** | **Bluetooth** | **Wi-Fi** | **Wi-Max** | **Mesh Lite** |
| **Діапазон частот** | 850/900/ 1800/1900 МГц | 2,4 ГГц 868 МГц 915 МГц | 2,4 ГГц | 2,4/5,8 ГГц | 2–11 ГГц | 868 МГц |
| **Швидкість передачі даних** | 14,4–36,6 кбіт /c | 250 кбіт /c | до 723 кбіт /с | 11–54 Мбіт /c | 2 Мбіт /сек | 9,6–38,4 кбіт /с |
| **Типові відстані (зона дії )** | Зона покриття GSM | 30–70 м | 10–100 м | 50 м | 5–8 км | 500–4000 м |
| **Структура мережі** | Точка -точка | Точка-точка, зірка | Точка-точка, зірка (до 8 пристроїв) | Зірка | Зірка | Зірка, Back Bone |
| **Складність впровадження** | Низька | Середня - висока | Низька - середня | Висока | Дуже висока | Низька |
| **Сумісність** | Обладнання GSM | Обладнання ZigBee з тим же профілем | Обладнання Bluetooth з тим же профілем | Обладнання стандарту 802.11.g (b) | Обладнання стандарту 802.16 | Обладнання виробника Telit RF |

Табл. - Порівняння основних характеристик безпровідних технологій

У багатьох практичних застосуваннях підвести дротові лінії зв’язку до об’єкта спостереження або надзвичайно складно, або неможливо фізично. У промислових телеметричних системах знаходять застосування практично всі стандарти безпровідної передачі даних. Системи безпровідної передачі даних характеризуються простотою інсталяції і високою надійністю. Так, телеметричні GSM/GPS-модеми дають змогу не тільки відстежувати переміщення певних об’єктів , але й отримувати в реальному часі дані про поточний стан його параметрів: температуру, рівень заряду акумуляторів, вологість, тиск, випромінювання тощо. Сучасні GSM-модеми мають розширений набір інтерфейсів, що дає змогу стикувати їх із великою кількістю промислового устаткування . Вони використовуються для отримання інформації про роботу заправних станцій, газорозподільних установок , стан систем живлення базових станцій стільникових операторів тощо. Технологія Bluetooth широко застосовується як замінник кабельного з’єднання RS-232. Простота впровадження , висока завадостійкість каналу зв’язку і велика швидкість передачі даних роблять Bluetooth-рішення дуже привабливими для отримання телеметричної інформації від промислового устаткування. Технологія ZigBee чудово підходить для збору інформації з сотень датчиків. ZigBee-трансивери Texas Instruments використовуються національними виробниками для побудови систем промислової автоматики. На базі ZigBee-модулів XBee компанії Maxstream у США реалізована система контролю рівня води у високогірних озерах. За потреби передавати великі об’єми даних, наприклад відеоінформацію, у системах телеметрії можуть застосовуватися технології Wi-Fi і Wi-Max. У випадках, коли потрібно передавати телеметричну інформацію між двома точками на відстань 10…100 метрів ідеально підходять мікросхеми трансиверів, що функціонують у безліцензійних (ISM – Industrial, Scientific, Medical – промислові , наукові , ме- дичні ) радіочастотних діапазонах 433, 868 і 2400 МГц . Ці частоти можуть використовуватися без оформлення відповідного дозволу за умови дотримання вимог до ширини смуги пропускання , випромінюваної потужності (до 10 мВт для діапазону 434 МГц і до 25 мВт для діапазону 868 МГц ) і призначення готового виробу.

Технологія Mesh Lite застосовується в системах контролю руху пасажирського транспорту , для управління джерелами вуличного освітлення та світлофорами , радіаційного контролю, в системах реєстрації аварійних параметрів, автоматичного регулювання, в медичному, біологічному моніторингу тощо. Ця технологія має топологію на зразок «кластерне дерево » (Clаstеr Тrее) з можливістю використання окремих вузлів мережі як ретранслятори повідомлень з метою збільшення зони покриття мережі . До переваг технології Mesh Lite відносять також низьке енергоспоживання всіх пристроїв мережі, невелику вартість, автоматичне налаштування і відновлення, можливість дистанційного керування кожним вузлом.

Розглянемо особливості передачі даних у безпровідних сенсорних мережах та використання відношення консенсусів для формування черги передачі сенсорного вузла, а також розподілення пропускної здатності лінії у мережі.

Безпровідні сенсорні мережі все частіше використовуються для організації різновид них моніторингів: охорони довкілля, пожежної безпеки, стан будівель, тощо. У таких системах різнорідні дані отримані мультисенсорами дозволяють надати їх у головний вузол для опрацювання даних по залежності показників від їх географічного місцезнаходження. Пошук методів агрегування даних мультисенсорів є актуальною задачею.

Вузол безпровідної сенсорної мережі містить обчислювальний модуль, сенсори, модуль безпровідного зв’язку та модуль електроживлення.

Загальними характеристиками мікропроцесів обчислювального модуля вузла безпровідної сенсорної мережі є низьке енергоспоживання у робочому та енергозберігаючому режимах, гнучке управління споживання, низька вартість мікроконтролеру та зовнішніх компонентів, малі габарити. Датчики сенсорних вузлів відрізняються малими розмірами та низьким показником енергоспоживання.

Модуль безпровідного зв’язку слугує для організації безпровідного зв’язку між вузлами мережі. У якості модуля безпровідного зв’язку використовують високо інтегровані приймачі та передавачі, що працюють у не ліцензованому діапазоні частот(ISM - Industrial, Scientific, Medical).

Модуль електроживлення забезпечує тривале функціонування вузлів мережі(до кількох років). Нині для енергозабезпечення вузлів мережі поширені гальванічні елементи, вони здатні забезпечувати достатньо високу потужність при відносно низькій вартості.

У якості операційної системи для вузлів сенсорної мережі використовується TinyOS, компонентна операційна система з відкритим вихідним кодом, створеним на мові nesC. Бібліотека компонентів має в собі драйвери сенсорів, утиліти збору та отримання інформації, мережеві протоколи, а також можливість вдосконалення при необхідності. Також включена подієва модель для зменшення енергоспоживання. У розробці TinyOS головною задачею було забезпечення можливості використання програмної мови високого рівня абстракції при малому енергоспоживанні мережі. Отримана операційна система достатньо проста, але з розвинутою компонентною архітектурою. Архітектура заключається у забезпеченні розвинених і надійних механізмів паралельного виконання задач в умовах обмежених ресурсів, а саме пам’яті та електроживлення.

nesC (network embedded system С) — компонентно-орієнтована мова програмування, виконана на базі мови С. Основною структурною одиницею є компонент, який через інтерфейси взаємодіє з іншими компонентами. Інтерфейс дозволяє визначати способи взаємодії між двома типами компонент, а також містить оголошення подій та команд. Реалізація команд має бути задана у компоненті-провайдера, а реалізація оброблювачів, оголошених у інтерфейсі подій – у компоненті-користувачі.

**Стек протоколів безпровідної сенсорної мережі**

Стек протоколів в бездротової сенсорної мережі побудований на базі моделі OSI і складається з передавача (відповідні фізичному рівню OSI), контролю помилок і МАС-протоколу (відповідають канальному рівню OSI), протоколу маршрутизації (відповідному мережевому рівню OSI), транспортного протоколу і рівня додатків (аналогічно моделі OSI). Завдання транспортного рівня - забезпечення надійності передачі даних і стійкості до перевантажень мережі. Протоколи цього рівня використовують різні механізми виявлення та відновлення втрат даних. Основними механізмами виявлення втрат даних є підтвердження отримання та підрахунок номерів в послідовності. Відновлення втрат даних може проводитись як між сусідніми вузлами мережі, так і між джерелом і приймачем даних. Забезпечення гарантії передачі даних між сусідніми вузлами є більш енерго ефективним, ніж забезпечення гарантії передачі між джерелом і приймачем. Це одна з причин, за якими протокол TCP не підходить для бездротових сенсорних мереж.

Протоколи транспортного рівня можна розподілити на дві частини:

передачі пакетів, в яких всі відправлені пакети повинні бути отримані центральним вузлом;

виявлення подій, в яких завданням є виявлення події, тобто досить одного пакета з інформацією про подію, отриманого центральним вузлом.

Завданням протоколів мережевого рівня в бездротових сенсорних мережах є забезпечення маршрутизації пакетів. Завдання ускладнюється зміною топології мережі, обмеженими обсягами пам'яті, необхідністю самоорганізації вузлів і енергозбереження. В результаті мережевий рівень для бездротових сенсорних мереж сильно відрізняються від існуючої системи використання IP-адрес. В основі протоколів мережевого рівня лежить формування надійного маршруту і, по можливості, резервних маршрутів на основі деякої метрики, що відрізняється в залежності від протоколу. Найбільш популярним з таких протоколів є LEACH, який вирішує одночасно завдання маршрутизації і зниження енергоспоживання. Даний протокол розділяє мережу на кластери і вибирає в кожному кластері вершину, після чого будує маршрут від вершин кластера до центрального вузла.

Завдання МАС-протоколу - забезпечення зв'язку між вузлами мережі і гарантія доставки кадрів між сусідніми вузлами, управління доступом до радіоканалу, корекція помилок радіоканалу. Основними цілями розробників МАС-протоколів є зниження енергоспоживання і підвищення пропускної спроможності радіоканалу.

Як фізичного рівня передачі даних для бездротових сенсорних мереж прийнятий стандарт IEEE 802.15.4 (ZigBee)

**Технологія ZigBee**

Стандарт IEEE 802.15.4 (ZigBee) [69-71] передбачає роботу в трьох діапазонах: один канал від 868,0 до 868,6 МГц (для Європи), 10 каналів в діапазоні від 902 до 928 МГц (крок центральних частот 2 МГц, найнижча з них - 906 МГц) і 16 каналів в діапазоні від 2400 до 2483,5 МГц (крок центральних частот 5 МГц, сама нижня з них - 2405 МГц).

Але в будь-якому випадку одне з FFD виконує функцію координатора мережі. Кожному пристрою мережі присвоюється 64-розрядна адреса. Відзначимо, що стандарт передбачає взаємодію пристроїв не тільки в рамках однієї PAN, але і між різними сусідніми PAN (для чого і потрібна розвинена система адресації). Для спрощення обміну всередині мережі координатор PAN може привласнити пристроїв коротші 16-розрядні адреси. В цьому випадку для міжмережевої взаємодії використовуються 16-розрядні ідентифікатори мереж, також призначувані координатором. Мережа стандарту IEEE 802.15.4 містить два типи пристроїв: полпофункціональние (FFD) і пристрої зі зменшеною функціональністю (RPD). Вони відрізняються тим, що FFD можуть встановлювати з'єднання з будь-якими пристроями, a RFD тільки з FFD. У кожній пікомережі (PAN) має бути пристрій - координатор PAN. Його функції може виконувати тільки FFD. Мережа, що складається з одного FFD і декількох RFD, утворює топологію типу «зірка». Якщо в мережі FFD декілька, топологія може бути більш складною - типу тимчасової мережі (мережі рівноправних пристроїв, peer-to-peer) «кожен з кожним», рисунок 15:

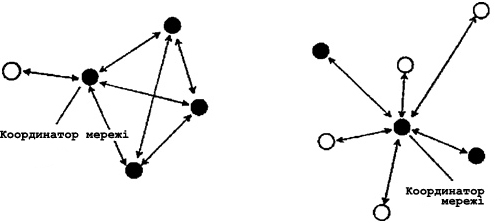


Рис. - Топологія мережі ZigBee

Інформаційний обмін в мережі відбувається за допомогою послідовності суперфреймів. У загальному випадку суперфрейм включає керуючий інтервал (beacon), за ним йде інтервал конкурентного доступу (САР) відповідно до механізму CSMA / CA і період призначеного доступу. Останній містить набір тимчасових інтервалів, призначених певним пристроям, чутливим до затримок, для передачі даних (гарантовані тайм-слоти, GTS), наприклад, для зв'язку бездротового маніпулятора «мишка» з комп'ютером. Керуючий інтервал передає тільки координатор PAN. Відзначимо, що в суперфреймі може не бути ні керуючого інтервалу, ні GTS. Кожен пристрій передає інформацію за допомогою фреймів (пакетів). Вони можуть бути чотирьох типів - керуючі (beacon frame), фрейми даних, фрейми підтвердження прийому даних і фрейми команд МАС-рівня. Фрейми фізичного рівня містять заголовок з синхронною послідовністю та інформацією про розмір фрейму (до 127 байт) і власне поле даних - кадр МАС-рівня. Останній містить заголовок з усією необхідною інформацією про фрейм (тип, наявність крипто захисту, необхідність підтвердження прийому і т. П.), Адреси і ідентифікатори пристрою - відправника і одержувача, власне поле даних і перевірочну контрольну суму.

**Безпровідні модулі MICAz**

Модулі MICAz є останнім поколінням розробок безпровідних модулів фірми Crossbow [73]. Загальний вигляд модуля представлений на малюнку 16.

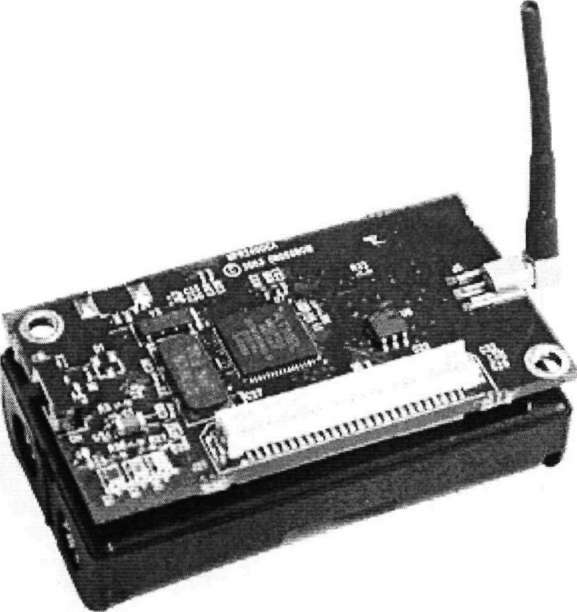


Рис. Безпровідний модуль MICAz

Бездротові модулі MICAz працюють в діапазоні частот від 2,4 до 2,48 ГГц, є малопотужними радіопередавачами. MICAz засновані на використанні набору протоколів високого мережевого рівня ZigBee (стандарту IEEE 802.15.4), описаного в попередньому пункті 3.1.2. Блок діаграма безпровідного модуля представлена ​​на малюнку 17.

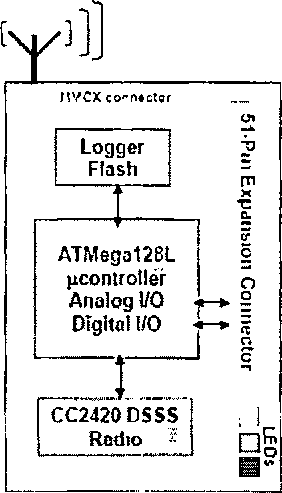


Рис. – Блок-діаграма безпровідного модуля MICAz

Важливою складовою модуля є мікроконтролер. MICAz створений на основі мікроконтролера ATmegal28L фірми Atmel [74]. Даний мікроконтролер є 8-розрядним мікро контролером з 128 Кб внутрісистемного програмованої Flash пам'яті, прогресивної RISC архітектурою і енергонезалежною пам'яттю програм і даних. Перевагою бездротових модулів М1САг є великий час автономної роботи від батарей, завдяки енергозбереженню. Крім того, для М1САг характерна висока ступінь безпеки навіть при малих швидкостях передачі даних. Загальний вигляд безпровідної сенсорної мережі на базі модулів М1САг представлений на малюнку 18:

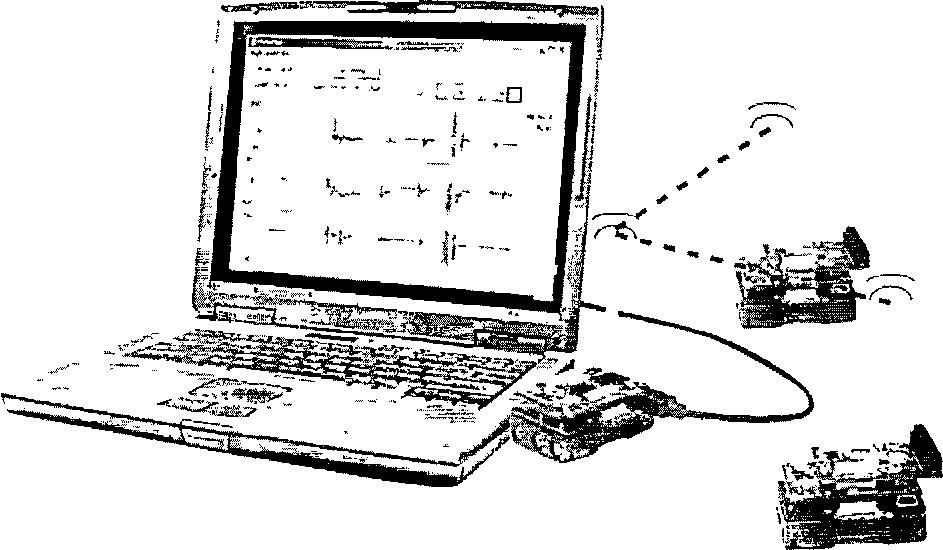


Рис – Загальний вигляд безпровідної сенсорної мережі на базі М1Саг

**Архітектура безпровідної сенсорної мережі**

У кожної безпровідної сенсорної мережі може бути тільки один пристрій-координатор. Основне завдання координатора полягає в установці параметрів і створенні мережі, виборі основного радіочастотного каналу, в завданні унікального мережевого ідентифікатора. При цьому координатор є найбільш складним пристроєм, володіє найбільшим обсягом пам'яті і підвищеним енергоспоживанням (живлення від мережі). Маршрутизатор використовуються для розширення радіуса дії мережі, оскільки здатний виконувати функції ретрансляторів між пристроями, розташованими далеко один від одного.

Існують наступні топології бездротових сенсорних мереж:

1. Точка-точка (зв'язок між двома вузлами мережі);

2. Зірка (зв'язок вузлів мережі з одним «головним» вузлом);

3. Дерево;

4. Тимчасова багатоланкова мережа.

З'єднання типу точка-точка і зірка підходять для найпростіших додатків, мають мінімальну вартістю, максимально низьким енергоспоживанням і дозволяють використовувати стратегію стандартного множинного доступу. У кожній мережі з топологією зірка є один координатор мережі. Топологія дерево забезпечує масштабованість мережі і розширення зони покриття, не вимагаючи додаткових витрат на інфраструктуру. Мережа типу дерево може включати в себе кілька підмереж з топологією зірка. При багатоланковій топології немає виділених маршрутизаторів і будь-який мережевий вузол може виконувати функції маршрутизатора для інших пристроїв в мережі. Однак в багатоланковій мережі термін служби вузлів зменшується за рахунок збільшеної обчислювального навантаження і збільшення частоти використання приймач.

**Особливості передач даних у безпровідній сенсорній мережі**

При передачі даних в бездротових сенсорних мережах виникають суттєві проблеми, пов'язані з обмеженою пропускною здатністю використовуваних як ліній зв'язку радіоканалів. Зокрема, в ситуаціях, коли багато вузлів-джерел одночасно ініціюють передачу даних, може виникати перевантаження або навіть колапс мережі, в результаті чого її пропускна здатність, що виражається в кількості проходять від джерела до центрального вузла пакетів даних в одиницю часу, падає практично до нуля. Одним з можливих підходів до вирішення проблеми є призначення пріоритетів переданим по мережі пакетів і організація першочерговим доставки пакетів з більш високим пріоритетом [77]. Цей підхід узгоджується концепцією якості обслуговування (Quality of Service, QoS), що є загальноприйнятою для сенсорних мереж, заснованих на виявленні подій. Основними показниками є мала затримка передачі даних від джерела до центрального вузла і низькі втрати даних при події.

**Протокол передачі пакетів даних мультисенсорів**

Розроблений спосіб призначення пріоритетів вузлів бездротової сенсорної мережі використаний при створенні протоколу передачі пакетів даних в бездротових сенсорних мережах. Розроблений протокол відноситься до протоколів передачі пакетів транспортного рівня бездротової сенсорної мережі.

У деревовидної мережі на кожній вершині кластера виконується алгоритм управління мережею, представлений на малюнку 20

КАРТИНКА ПРО БУФЕРА

Блок-схема протокола передачи данных мультисенсоров на

основе назначения

Передані з вузлів-нащадків пакети даних поступають в приймальний буфер і передаються в блок накопичення пакетів даних. У цьому блоці з пакетів даних витягується передана вимірювальна інформація. Приклад даних з мультісенсоров мережі пожежної сигналізації наведено в таблиці 3.1

Таблиця 3.1. Дані з вузлів системи пожежної сигналізації.

ТАБЛИЦАААААА

При необхідності оновити пріоритети вузлів мережі накопичена вимірювальна інформація передасться в блок побудови профілю переваг. Оновлення пріоритетів проводиться кожного разу при надходженні пакета даних. Витрати електроенергії на оновлення пріоритетів малі в порівнянні з витратами електроенергії на передачу пакету даних, тому використання періодичного поновлення за часом не дає істотного зниження енергоспоживання.

У блоці побудови профілю переваг по накопиченої вимірювальної інформації будується профіль переваг. Для прикладу з таблиці 3.1 буде побудований профіль пріоритетів:

ПРОФИЛЬ ПРИОРИТЕТОВ

Отриманий профіль пріоритетів передається в блок знаходження підсумкового ранжирування, де за правилом Борда будується підсумковий лінійний порядок

На підставі побудованого лінійного порядку призначаються пріоритети вузлів. Так, в даному прикладі вузол отримує найвищий пріоритет 6, вузол виходить найменший пріоритет 0. Оскільки пакет даних містить інформацію про вузол, на якому отримані вимірювальні дані, то в подальшому для зручності під пріоритетом пакета даних розуміється пріоритет вузла-відправника пакета.

Призначені вузлам мережі пріоритети передаються в блок призначення інтервалів очікування для обчислення інтервалів очікування передачі пакетів даних з вузлів мережі і в буфер передачі для формування черги передачі пакетів даних з урахуванням пріоритету пакетів.

**Алгоритм призначення інтервалів очікування передачі пакетів даних**

На підставі побудованого лінійного порядку розподіляється пропускна здатність мережі. Для цього вузлів сенсорної мережі призначаються інтервали очікування передачі пакетів даних. Чим вище пріоритет вузла мережі, тим менше для нього призначається інтервал очікування і тим частіше з нього надходять дані до центрального вузла.

Оскільки сенсорна мережа організована по деревовидної топології, то інтервали очікування можуть призначатися тільки вершиною кластера для узлов- нащадків. Потім, оскільки вузол-нащадок сам може бути вирішений деякого кластера, він повинен розподілити призначений йому інтервал передачі між своїми вузлами-нащадками.

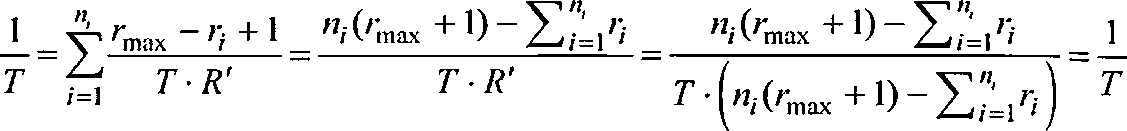
Спочатку все вузли мережі мають однаковий інтервал очікування передачі, рівний 100 мс. Потім формування інтервалів очікування передачі пакетів даних здійснюється за формулою:

ФОРМУЛА

де Т - інтервал очікування передачі пакетів даних, призначений поточному вузлу його вузлом-предком, гтах - максимальний пріоритет вузлів- нащадків, г, - пріоритет вузла-нащадка, визначається за формулою

де / г, - число вузлів-нащадків. Періодично оновлені інтервали очікування передачі пакетів даних розсилаються вузлів-нащадків через пакети зворотного зв'язку.

Підсумовуючи по всіх вузлах-нащадкам (45), отримуємо частоту передачі пакетів даних на вершині кластера



**Формування черги передачі пакетів даних.**

Кожен вузол бездротової сенсорної мережі підтримує деяку

чергу передачі пакетів даних. Оскільки на сенсорних вузлах розміщуються досить невеликі обсяги оперативної пам'яті, то в разі перевантаження швидко настає переповнення черги передачі пакетів.

Як правило, черга передачі працює за принципом «перший прийшов - перший пішов». Призначення пріоритетів вузлів мережі дозволяє впорядкувати чергу передачі пакетів даних по спадаючій пріоритету і тим самим реалізувати першочергову відправку більш пріоритетних пакетів даних.

Для цього при додаванні нового пакета в чергу передачі проводиться порівняння пріоритету пакета з пріоритетами пакетів, що містяться в черзі. Потім пакет вставляється перед першим пакетом з більш низьким пріоритетом. У разі переповнення черги передачі пакети з найменшим пріоритетом відкидаються.

Например, в очереди передачи размером 3 пакета содержатся пакеты с узлов а3, а5 и а\, а приоритеты узлов сети заданы на основе (44). Из входного буфера поступает пакет с узла а4. Сначала приоритет поступившего пакета будет сравнен с приоритетом пакета с узла а3: ал -<а3. Затем будут сравнены приоритеты пакетов с узлов я4 и а5: ал<а5. Наконец, будут сравнены приоритеты пакетов с узлов а4 и а\: аА>-ах. Поскольку приоритет пакета с узла «4 больше, чем приоритет пакета с узла а\, то поступивший пакет будет размещен в очереди на месте пакета с узла а\. Теперь в очереди находятся 4 пакета при максимальной емкости в 3 пакета данных. Следовательно, последний пакет в очереди, полученный с узла а\, будет удален из очереди передачи пакетов данных.

**Методика побудови сенсорної мережі**

Під різнорідними вимірювальними даними будемо розуміти дані, отримані на виході різних сенсорів (датчиків присутності, оптичних, ультразвукових, датчиків температури, тиску, лінійних переміщень і т.д.), що утворюють мультисенсорну систему.

Завдання агрегування (злиття, інтеграції) даних мультисенсорів (multisensor data fusion problem) полягає у формуванні суджень про стан об'єкта на основі результатів вимірювань різнорідних фізичних величин. При цьому отримане в результаті процедури агрегування судження має більшою вірогідністю в порівнянні з судженнями, сформованими на основі індивідуальних вимірювань. Тобто агрегування володіє синергетичним ефектом.

Агрегування сприймається від сенсорів інформації можна розглядати як логічно пов'язане опис зовнішнього навколишнього середовища. В цьому розділі сприйняття інформації розглядається як процес створення динамічної моделі навколишнього середовища. Агрегування сприймають інформації є центром цього процесу.

Динамічне моделювання - це циклічний процес, що складається з наступних етапів: прогнозування, узгодження і поліпшення.

У процесі сприйняття інформації від об'єкта за допомогою сенсорів основною є проблема об'єднання всіх отриманих спостережень в одне логічно пов'язане опис. Для інтеграції цифрових даних сенсорів можуть бути використані методи теорії оцінювання, тоді як для символьних - спеціальні принципи інтеграції даних.

**Сприймання інформації**

Сприймання це не завдання сама по собі, а спосіб отримання точного опису об'єкта за допомогою сенсора. Для створення систем сприймання інформації потрібно знати тип сенсорів і їх режими роботи. Це обумовлено тим, що інтеграція сприймають інформації може здійснюватися від різних за своєю природою і типу сенсорів в різні моменти часу.

Під «сприйняттям» будемо розуміти процес опису зовнішнього навколишнього середовища.

Під «зовнішньої навколишнім середовищем» будемо розуміти ту частину навколишнього світу, яка сприймається сенсором в різні моменти часу.

Теоретично можливо використовувати внутрішню модель зовнішнього навколишнього середовища. Але на практиці це пов'язано з великими вимогами до точності і швидкодії сенсорів. Тому набагато зручніше створити загальний опис, отримане від різних джерел інформації і використовувати відносну безперервність зовнішнього навколишнього світу в часі для того, щоб об'єднати різні спостереження.

Для цієї мети використовують динамічне моделювання. Під динамікою тут розуміється процес створення змінюється в часі опису зовнішнього навколишнього середовища, заснованого на інформації, яка сприймається сенсором. Це опис є моделлю, так як дозволяє симулювати умови зовнішнього навколишнього середовища за допомогою сенсора.

Основна структура динамічного моделювання представлена на малюнку 1.

На цій структурі незалежні спостереження перетворені в загальне впорядковане простір і термінологію. Спостереження інтегровані у вигляді внутрішньої моделі циклічного процесу, що складається з трьох етапів: прогнозування, узгодження і поліпшення.

На етапі прогнозування поточний стан моделі використовується для прогнозування стану зовнішнього навколишнього середовища в момент часу, коли отримано наступне спостереження.

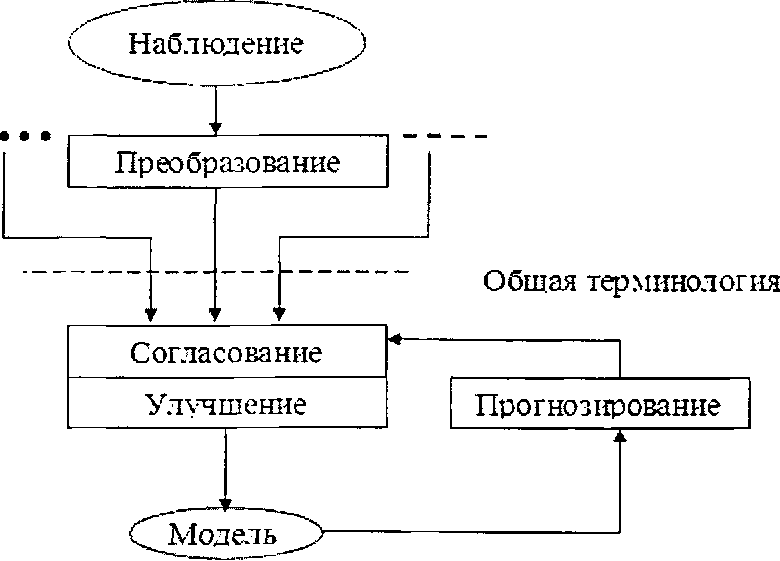


Рисунок 1. Структурная схема динамической модели

На етапі узгодження, перетворені спостереження приводяться у відповідність з прогнозом. Таке узгодження гарантує (доводить), що спостереження і прогнозоване відображення інформації збігаються. Узгодження доводить, що спостереження і їх прогнози можуть бути перетворені, і мати однакову систему координат і загальну термінологію.

На етапі поліпшення відбувається інтеграція інформації, отриманої при проведенні спостережень з прогнозованим станом моделі для створення вдосконаленого опису зовнішнього навколишнього середовища, що складається з гіпотез.

Етап поліпшення служить як для внесення в модель нової інформації, так і для видалення з неї «старої». Протягом цього етапу, інформація, яка більше, ніж фокус уваги системи, також як короткочасна і помилкова інформація, видаляються з моделі. Цей процес «інтелектуального відсікання» необхідний для запобігання виходу внутрішньої моделі за рамки.

Таким чином, продемонстрована структура системи застосовується для створення окремих моделей зовнішнього навколишнього середовища різної величини і з інформацією на різних рівнях абстракції. Наприклад, в системі активного зору SAVA динамічна модель використовується для створення тривимірних зображень в просторовій системі координат і символічних знаків розпізнаваних об'єктів. У системі контролю MITHRA геометрична модель навколишнього середовища представлена ​​в світовій системі координат і окремі символічні моделі, засновані на пошуку геометричній моделі для знаходження ймовірних об'єктів.

Використовуючи розглянуту структуру побудови систем, можна виділити набір принципів для інтеграції сприймають інформації. Ці принципи є прямим наслідком природи циклічного процесу динамічного моделювання.

**Метод передачі пакетів даних до сенсорній мережі**

У цьому розділі наводиться опис проведеного моделювання розробленого програмного комплексу для передачі даних в бездротової сенсорної мережі.

**Вибір середовища емуляції**

Для тестування програмних продуктів для БСС необхідно розгортання досить великої кількості вузлів і створення відповідних умов навколишнього середовища. Для скорочення витрат і прискорення тестування використовуються емулятори роботи БСС. В даний час основними є два широко використовуваних емулятора - NS-2 і TOSSIM. Так само слід згадати Prowler, розроблений для імовірнісного моделювання БСС і працює на основі програмного пакету Matlab.

NS-2 розроблений в Каліфорнійському університеті (США) для моделювання роботи мережі на рівні передачі пакетів і заснований на інтерпретаторі об'єктно-орієнтованої мови Otcl. Емулятор складається з планувальника подій, бібліотек об'єктів мережевих компонентів бібліотек параметрів мережі. Для запуску моделі необхідно написати програму моделювання на Otcl, яка задає параметри мережі і задасть джерелу трафіка параметри генерації пакетів через планувальник подій.

TOSSIM також є розробкою Каліфорнійського університету, але, на відміну від NS, TOSSIM працює за рахунок підміни компонентів TinyOS і, отже, дозволяє проводити моделювання тільки мереж на базі TinyOS. Його плюсом є тісна інтеграція з операційною системою, що дозволяє моделювати не тільки передачу пакетів по мережі, але і роботу апаратної частини вузла БСС. Для опису моделювання використовується широко поширена мова Python.

Таким чином, для моделювання БСС на основі TinyOS найбільш ефективним є використання емулятора TOSSIM. Це дозволяє перевірити функціонування програмного продукту в максимально наближених до реальних умовах.

**Опис середовища емуляції TOSSIM**

Як і в більшості інших ОС, в TinyOS основним керуючим механізмом є подія. Подія сигналізує про отримання показань сенсора, про надходження пакета даних по бездротовому зв'язку, про спрацьовуванні таймера або про завершення обчислень. Обробка апаратного події лежить в основі всіх операцій в TinyOS. Таким чином, для моделювання роботи вузлів БСС необхідно вміти імітувати відбуваються на них апаратні події. Таким чином, основне завдання TOSSIM - емуляція подій для БСС, марнотрати якої працюють під управлінням TinyOS. TOSSIM встановлюється на звичайний ПК разом з набором інструментальних засобів, необхідних для створення, компіляції, установки і налагодження додатків для БСС. Робота з цими інструментами здійснюється за допомогою командного інтерфейсу, характерного для ОС UNIX.

Основними характеристиками емулятора TOSSIM є:

• масштабованість - емулятор може моделювати роботу як окремих марнотратників, так і величезних мереж, що складаються з декількох тисяч вузлів;

• повнота - емулятор в стані моделювати різні схеми взаємодії елементів БСС, причому не тільки алгоритми і мережеві протоколи, а й змінюється структуру сенсорної мережі;

• точність - емулятор може представляти поведінку мережі з необхідною точністю. Визначення точного часу настання подій важливо як для аналізу, так і для тестування додатків для БСС;

• достовірність - емулятор реалізує адекватний перехід від модельованої до реальної середовищі виконання програми, надаючи розробнику можливість тестувати код, який призначений для реального обладнання.

До складу емулятора TOSSIM входять наступні елементи:

• засіб вбудовування самого тестованого програми TinyOS в структуру емулятора;

• чергу подій;

• набір програмних компонентів, які замінюють відповідні апаратні компоненти реальних марнотратів;

• механізми опису моделей радіоканалів і аналого-цифрових перетворювачів (ADC);

• засоби зв'язку, що надають можливість зовнішнім програмам взаємодіяти з емулятором.

Сценарій моделювання задається програмою на мові Python, що містить опис топології мережі і завдання подій на вузлах мережі. Типовим прикладом події є генерація пакета даних та розміщення його в буфері вхідних повідомлень.

Початкова топологія мережі задається у вигляді орієнтованого графа, де вузли розташовуються в вершинах графа, а дуги графа відповідають за якість зв'язку між вузлами. Значення, розташовані в дугах графа, відповідають ймовірності помилки при передачі даних. Топологія мережі задається у вигляді текстового файлу і зчитується в спеціальну змінну Tossim Radio.

Для генерації пакетів даних спочатку необхідно визначити функцію, яка формує повідомлення і обгортають повідомлення в пакет. Створений таким чином пакет даних за допомогою засобів TOSSIM вставляється в приймальний буфер вузла мережі.

Для отримання інформації про хід моделювання при передачі пакета даних і перерахунку пріоритетів вузлів мережі в файл управління пишеться рядок із заданою інформацією. Можна також скористатися додатком TinyViz. Ця програма реалізує написаний на мові програмування Java графічний інтерфейс, який полегшує роботу з емулятором. TinyViz представляє модульну мережу в графічному вигляді, а також дозволяє керувати процесом моделювання за допомогою меню. Для заявлених цілей моделювання досить записувати в журнал інформацію про відправку пакетів даних вузлами БСС і інформацію про отримання пакетів даних центральним вузлом. Тим самим можна простежити весь шлях пакета і порахувати кількість одержуваних центральним вузлом пакетів даних від кожного з джерел даних.

Для оцінки ймовірності втрати пакета в залежності від пріоритету вузла-джерела необхідно провести моделювання при статичних показниках сенсорів і зберегти обчислені пріоритети узлов- джерел.

Отриманий таким чином журнал може бути використано великий обсяг (близько 100 Мб), тому для первинної обробки використовуються кошти Unix shell. У другій файл виділяються дані про отримання центральним вузлом пакетів даних і дані про передачу пакетів з вузлів-джерел даних.

Отриманий другий файл має менший обсяг і обробляється програмою на Python для підрахунку отриманих пакетів з кожного вузла і відсотка втрат.

**Огляд існуючих протоколів передачі даних в бездротових сенсорних мережах**

До теперішнього часу розроблена величезна кількість різних протоколів передачі даних для систем, для організованих безпровідних мереж.

Основними цілями розробки протоколів передачі даних є скорочення енергоспоживання модулем радіозв'язку вузла мережі і запобігання перевантаження мережі.

Проблема скорочення енергоспоживання модуля радіозв'язку є частиною завдання по збільшенню часу функціонування сенсорної мережі, оскільки передача даних є істотною частиною енерговитрат на функціонування вузла. Для вирішення цієї проблеми запропоновано різні підходи. Так, наприклад, в алгоритмі адаптивного управління топологією мережі потужність радіопередачі залежить від стану каналу радіозв'язку, відстані між вузлами і завантаженості мережі. Інші підходи засновані на побудові маршрутної мережі для забезпечення найменших потужностей радіопередачі. Яскравим прикладом такого підходу є протокол, заснований на введенні полярних координат, призначення кожного вузла координат на основі його розташування в просторі і розбитті на кластери за принципом вкладених сфер.

Оскільки розроблений протокол не прив'язаний до якої-небудь конкретної топології мережі, то для вирішення проблеми скорочення енергоспоживання модуля радіозв'язку допустимо використання в якості протоколу канального рівня будь-якого з існуючих протоколів.

Проблема запобігання перевантаження мережі вирішується, як правило, протоколами транспортного рівня. Найбільш поширеним підходом до вирішення проблеми є управління інтервалами очікування передачі пакетів для зниження швидкості передачі даних при загрозі перевантаження. Управління інтервалами очікування передачі пакетів може проводитися як на центральному вузлі шляхом завдання інтервалу очікування для всієї мережі, так і між двома сусідніми вузлами. Розроблений протокол передачі пакетів даних може бути при необхідності використаний спільно з протоколами передачі, які здійснюють запобігання перевантаження мережі шляхом завдання інтервалу очікування на центральному вузлі. В такому випадку розроблений протокол буде спиратися на мінливий базове значення інтервалу очікування для вершин кластерів.

**Емуляція передачі пакетів даних в системі пожежної сигналізації**

Програмний комплекс передачі пакетів даних в бездротової сенсорної мережі, керуючий інтервалами передачі пакетів даних і чергою передачі пакетів даних на підставі пріоритетів вузлів БСС реалізований на апаратній платформі MICAz, що складається з мікроконтролера Atmel AVR і мікросхеми радіозв'язку Chipcon СС2420. В якості операційної системи використана Tiny OS 2.1.

Передбачалося, що експериментальна бездротова сенсорна мережа пожежної сигналізації складається з 241 вузла, організованого в 15 кластерів по 16 вузлів в кожному. Кожен вузол має в своєму складі той же набір сенсорів, що наведено в таблиці 1. Радіомодуль СС2420 забезпечує швидкість передачі даних до 256 кБ / с і має буфер в 10 пакетів по 60 байт.

Були організовані два експерименти: у першому експерименті перевірялися управління інтервалом очікування передачі пакетів і затримка доставки пакетів до центрального вузла мережі; у другому експерименті визначалася частка втрачених пакетів в загальній кількості відправлених до центрального вузла пакетів.

У першому експерименті вузли розташовувалися уздовж прямої лінії. Загальна тривалість емуляції склала 1740 с, з яких перші 30 з відводилися на підготовчий період для формування кластерів та маршрутів передачі даних. У підготовчий період ніяких пакетів даних не передавалося.

На 31 секунді на вузлі 24 виникала пожежа, що переміщається в сторону вузла 234 зі швидкістю 1 вузол / с з зупинками на вузлах 24, 129 і 234 на 500 с.

Вузол, що знаходиться в центрі пожежі, і три вузла з кожного боку від нього вимірюють температуру 500 ° С і виконується спрацьовування датчика полум'я.

Температура на вузлах з 4 по 7 з кожного боку спадала за лінійним законом від 500 ° С до 25 ° С. На інших вузлах мережі температура залишалася рівною 25 ° С. Наприклад, під час пожежі на вузлі 129 на вузлах з 126 по 132 температура дорівнювала 500 ° С, на вузлах 125 і 133 - 400 ° С, на вузлах 124 і 134 - 310 ° С, на вузлах 123 і 135 - 210 ° С, на вузлах 122 і 136 - 120 ° С, на вузлах від 1 до 121 і від 137 до 241 - 25 ° С.

Інші параметри змінюються в залежності від температури вузла і декількох сусідніх вузлів. Наприклад, задимленість і концентрація СО2 швидко зростали при появі пожежі на видаленні від вузла і після проходу пожежі через вузол повільно лінійно зменшувались. Присутність людей визначалося деякої ймовірнісної величиною, котра прагнула до нуля при зростанні температури.

При надходженні пакетів з вузлів-нащадків на вершині кластера обчислювалося ставлення консенсусу за правилом Борда і призначалися пріоритети вузлів кластера відповідно до інформації, що передається.

Для оцінки затримки доставки пакетів даних на центральний вузол записувалося час генерації пакета сенсорним вузлом і час отримання пакету центральним вузлом. За рахунок формування черги передачі пакетів даних відповідно до пріоритетів вузлів, пакети з найпріоритетніших вузлів передавалися в першу чергу і затримка доставки пакетів даних на центральних вузол зменшилася з 900 мс до 500 мс. При цьому затримка при передачі даних для вузлів, які не отримують інформації про пожежу (пакетів з низьким пріоритетом), зросла з 900 мс до 1800 мс.

**Протокол передачі даних сенсорної мережі**

**Системи автоматизації з відкритим протоколом.**

Протокол KNX відкритий, а це значить, що величезна кількість виробників обладнання для розумних будинків роблять пристрої, які працюють саме на цій мові. Асоціація KNX тестує всі вироблені пристрою, а знак KNX на пристрої дає гарантію високої якості товару. Хоча і вартість звідси випливає вище, ніж у систем на закритих протоколах.

**Системи автоматизації з закритим протоколом.**

Дані системи, реалізовані на власних закритих протоколах, існують в основному для того, щоб спростити процес програмування. Підкреслимо, що обладнання, яке працює на закритому протоколі, крім рідного виробника ніхто більше не робить. З одного боку це дає ніким не обмежений політ фантазії виробника, з іншого боку - це повна залежність споживача перед цим же виробником.

**Алгоритм передачі даних сенсорної мережі**

**Переваги провідної системи автоматизації:**

• Надійність. Передача сигналу по дроту надійніше бездротової передачі.

• Швидкість. Швидкість передачі пакетів по дроту досить висока, щоб не викликати у користувача дискомфорт, причиною якого часто буває значна затримка. А слідом за дискомфортом можуть початися і технічні неполадки. Користувач може вирішити, що він погано натиснув клавішу вимикача, і почне натискати її кілька разів поспіль, іншими слова «клацати» вимикач. Це неминуче призведе до зависання шини через великої кількості відсилаються команд.

• Широкий вибір елементів управління. Функціонал і різноманітність дизайнерських ідей для елементів управління в провідних мережах завжди був на голову вище в порівнянні зі своїми «бездротовими братами».

• Різноманітність інтегрованих систем. Природно, спектр вирішуваних завдань у провідних систем набагато ширший, ніж у безпровідних. Реалізація складних сценаріїв, в яких зав'язані мультизадачність управління кліматом, управління великою кількістю груп світла, система мультирум, можлива тільки на провідний системі.

• Довговічність. В провідний системі немає елементів на батарейках, які можуть привести до несвоєчасного відключення її елементів і до не завжди зручному процесу заміни елементів живлення.

Слід врахувати і деякі особливості при установці дротяних систем:

• Місця розташування керуючих елементів повинні бути попередньо і чітко обрані. Після прокладки проводу і установки вимикача зрушити його буде практично неможливо. Помилка у вимірах буде дорого коштувати.

• Той факт, що перебитий інформаційний провід (шина) виводить з ладу або частина системи, або всю цілком, не піддається сумніву. Тому велику увагу варто приділити якісному монтажу та кваліфікації монтажників.

• Провідна система не варіант для готового ремонту. Проектувати і встановлювати її потрібно тільки спочатку будівництва, поки не зроблена класична електропроводка.

Переваги безпровідної системи автоматизації:

• варіант установки в приміщеннях з готовим ремонтом з класичною електропроводкою. Безпровідний вимикач, який працює на автономному елементі живлення, можна встановити хоч на стелі.

• менше проводів.

• економія на проекті, що не може не радувати. У більшості випадків дизайн-проект для безпровідної системи автоматизації без потреби.

• Ціна. На сьогоднішній день існує достатня кількість бюджетних безпровідних систем, функціоналу яких достатньо для вирішення базових завдань.

Слід врахувати і деякі особливості при установці безпровідних систем:

• Якість зв'язку.

• Елементи живлення.

• У системі можуть бути присутніми передавачі, які живляться від мережі змінного струму, а не від батарейки. Відповідно, для таких передавачів потрібно закласти нульовий провід в монтажну коробку.

• Багатофункціональну, а головне - стабільно працюючу систему управління на радіоканалі створити досить важко.

• безпека. Так, звучить голосно, але якщо у випадку з провідний системою ми можемо використовувати її автономно, відключивши всі зовнішні зв'язки, то радіоканал в цьому плані схильний до небезпеки, і який-небудь хакер знічев'я може зіпсувати Вам життя.

**Вимоги щодо створення сенсорної мережі «Розумний університет»**

Сенсорна мережа має відповідати декільком параметрам для її вдалого встановлення та подальшої експлуатації:

системи мають працювати узгоджено;

системні елементи повинні мати надійність та невисоку вартість;

мережа не повинна заважати працівникам та студентам кафедри.

Розподіливши мережу на декілька систем, які будуть працювати залежно від їх функцій, можна виділити окремі, які буде доцільно використовувати у навчальному корпусі:

**Централізовані системи автоматизації**

Суть централізованої системи управління в тому, що тут має місце програмування одного центрального елементу (логічного модуля). Найчастіше це контролер з багатьма виходами. Для конкретного об'єкта пишеться програма, за допомогою якої здійснюється управління виконавчими пристроями і системами. Потім ця програма завантажується в контролер. Дана схема дає можливість використовувати мультизадачні сценарії з використанням широкого вибору обладнання. Централізовані системи автоматизації можуть бути як провідні, так і безпровідні.

Переваги централізованої системи автоматизації:

• єдиний інтерфейс для управління всіма системами,

• можливість створення мультизадачних сценаріїв,

• підключення до системи практично будь-якого обладнання.

Слід врахувати і деякі особливості при установці централізованих систем:

• Вразливість. Вся система управління залежить від центрального модуля. Модуль виходить з ладу - завмирає вся система.

• Людський фактор. Якщо втрачено зв'язок з програмістом, який спочатку писав код для вашої системи, то внести зміни в систему іншій людині буде досить важко. Швидше за все доведеться писати програму спочатку.

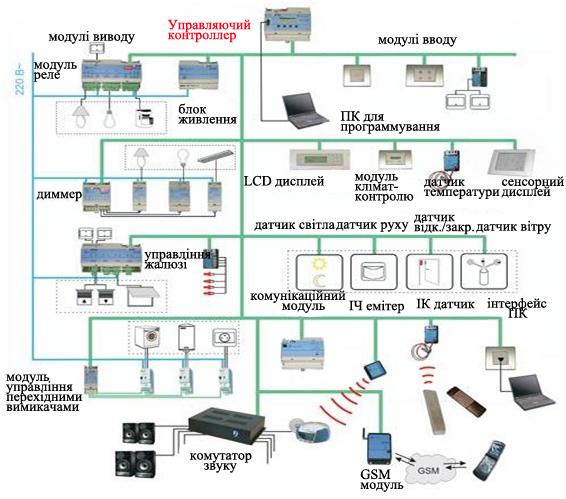


Рис – приклад централізованої системи автоматизації

**Децентралізовані системи автоматизації.**

У децентралізованій системі кожне виконавчий пристрій містить в собі мікропроцесор, який в свою чергу містить в собі незалежну пам'ять. В цьому і полягає досить висока надійність даних систем.

Відповідно розуміємо: при поломці одного пристрою вся система працює коректно, природно, за винятком тих приладів, які були підключені до пристрою, який вийшов з ладу. Прикладом децентралізованої системи є розумні будинки, побудовані на протоколі KNX.

Переваги децентралізованої системи автоматизації:

• Надійність. Пристрої в системі не залежать один від одного. Наявність незалежної пам'яті.

• Популярність. У більшій частині це стосується стандарту KNX. Тут не виникне питань з пуском / налагодженням, сервісним обслуговуванням

• Дизайн. Вибір модельного ряду електрофурнітури, а також датчиків досить широкий як у плані дизайну, так і в плані його функціоналу.

Слід врахувати і деякі особливості при установці децентралізованих систем: можливість використання у щитку від п'ятдесяти до ста посадочних місць.

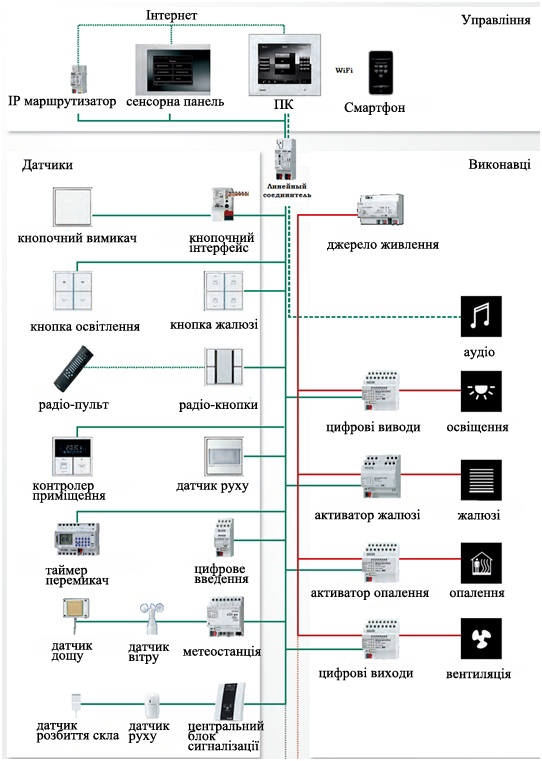


Рис. – приклад децентралізованої системи автоматизації

MacLow

Відправка

Відправка пакету

слухач

слухач

старт трансмісії

отримання

отримання

Канал Wi-Fi

Фізичний рівень Wi-Fi

*Контроль черги пакетів, фрагментації пакетів та трансмісію пакетів, якщо це необхідно*

Старт-Отримання пакету

Отримання підтвердження або помилки

*Управління RTS/CTS/DATA/ACK транзакціями*

Команда ForwardUp

*Використання різних класів для різних ролей, зокрема асоціації та використання маячків*

Команда ForwardUp

Відправка пакету

Wi-Fi Інтернет девайс

Причеплення пакету

MacHigh

DcfManager

DcaTxOp

MacRxMiddle

Блок-схема алгоритму безпровідної мережі

**Облаштування кафедри**

520

518

516

514

512

510

504

506

504

508

502

529

514

527

502

523

521

519

517

511

515

513

**Системи світло постачання та теплопостачання**;

• термоконтроль в приміщеннях в залежності від пори року та часу доби; одночасно відстежується температура як усередині приміщення, так і за його межами - створюються сприятливі температурні умови всередині Вашого розумного будинку;

• завдяки вбудованим температурним датчикам відстежується і регулюється температура в приміщеннях; можливість вручну, так автоматично (використання сценаріїв) регулювати і контролювати роботу опалювального обладнання - кондиціонерів, радіаторів;

• безпеку системи опалення забезпечується за рахунок своєчасного реагування на надзвичайні ситуації; в разі порушення цілісності труб, виходу з ладу модулів системи опалення, відмови / поломки електричного нагрівального кабелю (тепла підлога) відбувається їх повне відключення (знеструмлення); при цьому система сповістить Вас про аварійну ситуацію;

• грошові кошти на купівлю обладнання повертаються завдяки постійній економії на опаленні.

В "розумному" будинку лічильники самі фіксують, скільки енергії було витрачено в цьому місяці - не потрібно знімати показання. Деякі рішення для такого будинку навіть показують, скільки витрачає конкретна лампочка або побутове пристрій, підключений до мережі.

Вмиканням кондиціонерів по датчику температури та вологості Повітря

Перевірка закриття вікон та вимикання приладів

Міський транспорт з сенсорами переміщення, сміттєві баки з датчиками наповнення, планування маршрутів транспорту на підставі даних про переміщення людей по місту, відеоспостереження, контроль за рівнем води в водоймах, датчики шуму і забруднення роблять міста зручніше і безпечніше.

А великі дані, які збираються в результаті роботи датчиків, дають можливість владі міста краще розуміти потреби жителів.

**Система охорони кафедри**

Активна система охорони. Об'єкт, що охороняється в цьому випадку обладнаний датчиками, посилають сигнал тривоги на контрольну панель, а звідти на пульт спеціалізованої охоронної організації. Такий пульт здатний приймати сигнали відразу з декількох об'єктів. Після отримання сигналу охоронна структура в найкоротші терміни прибуває на місце передбачуваного проникнення. В системі пультової охорони є і так звана кнопка тривоги, при натисканні на яку сигнал також надходить на пульт управління. Такі кнопки встановлюють в банках, магазинах для захисту від розбійних нападів. Типова система охорони складається з декількох елементів: центральне приймально-контрольний пристрій, що приймає сигнали від датчиків; датчики, або сповіщувачі; пристрою оповіщення - радіо- і GSM-передавачі, світлозвукові пристрої; пульт керування; пристрій контролю стану сповіщувачів і кабельних ліній в системі охррони; джерело живлення - блоки і перетворювачі, що забезпечують безперебійну роботу системи охорони навіть при відключенні від основної системи електроживлення. Одним з основних елементів є датчики. Саме вони відповідають за оперативне реагування системи на вторгнення.

Інфрачервоні датчики руху реагують на будь-які переміщення в межах контрольованого об'єкта. Деякі моделі здатні посилати сигнал на включення камерам спостереження. Датчик складається зі спеціального інфрачервоного передавача і приймача, який реагує на зникнення сигналу в тому випадку, якщо певна оптична вісь перекривається порушником. Ємнісний датчик створює в об'єкті, що охороняється поле з певною ємністю. При попаданні в поле будь-якого предмета ємність поля змінюється, викликаючи спрацьовування сигналізації. Приблизно також діють хвильові датчики, які генерують електромагнітне поле між двома зонами. Прилади спрацьовують при перетині цього поля. На рух реагують також променеві, радіохвильові і пасивні ІЧ-датчики. Вібраційні датчики посилають сигнал на пульт управління при виникненні вібрації: наприклад, при спробі проломити стіну або розкрити сейф, при розбиванні вікна. На звук розбитого скла, так само як і на будь-який інший гучний звук, реагує акустичний датчик. Магнітоконтактні датчики спрацьовують при спробі відкрити вікна або двері. Зазвичай в системі охорони встановлюється відразу кілька типів охоронних сповіщувачів, щоб забезпечити надійний захист від всіх типів проникнення. Сьогодні існує кілька типів відеоспостереження - домашнє, вуличне, приховане. За способом обробки сигналу системи діляться на аналогові, комбіновані і цифрові. Останні - найбільш досконалі і затребувані, оскільки забезпечують високу якість зображення, високу швидкість доступу до архіву, можливість віддаленого перегляду і інтеграцію з іншими охоронними системами. За способом передачі відеосигналу СОВ можуть бути провідними і безпровідними. Безпровідні системи можна встановлювати в самих важкодоступних місцях, але зате провідні надійніші і дешевші. Камери СОВ також підрозділяються на види в залежності від самих різних технічних характеристик. Дві найбільших категорії - це цифрові і аналогові камери. Цифрові, або IP-камери, використовують у своїй роботі цифровий сигнал, їх досить просто інтегрувати в мережу, тому цифрове відео спостереження легко можна масштабувати при необхідності. Роздільна здатність в цифрових камерах значно вище, ніж в аналогових, але іноді у високій роздільній здатності просто немає необхідності, тим більше що воно вимагає ємних систем зберігання даних. Крім того, камери СОВ можуть бути зовнішніми і внутрішніми - від типу залежить місце їх установки. За особливостями конструкції камери можна розділити на корпусні, модульні, купольні. Насправді, встановити хорошу базову охорону може практично кожен бажаючий. Вже давно розроблені прості і заслуговують на довіру системи відео спостереження та датчики руху, контролювати які дуже легко і зручно. Почнемо з камери. REDMOND SkyCam RG-C1S дозволить вам контролювати все, що відбувається всередині приміщення, перебуваючи в будь-якому місці. Для того щоб переглядати відео на своєму гаджеті, досить встановити безкоштовне мобільний додаток. У камери є можливість нічного відео спостереження, а закріпити її можна, навіть не маючи спеціальних навичок - за допомогою клейкої пластини або гвинтів. Для дистанційної оцінки ситуації в приміщенні можна встановити герконові датчики і датчики руху - REDMOND SkyGuard RG-G31S і RG-D31S - для контролю закривання і відкривання дверей або вікон, контролю руху в приміщенні. Дані з датчиків направляються на смартфон власника через мобільний додаток Ready for Sky Guard.

**Пристрої для встановлення**

Є можливість розглянути кілька різних платформ. Всі платформи відповідають основним базовим вимогам до сенсорних мереж: мала споживана потужність, тривалий час роботи, малопотужні приймально-передавачі і наявність сенсорів. До основних платформ можна віднести MicaZ, TelosB, Intel Mote 2.

MicaZ:

Мікропроцесор: Atmel ATmega128L

7.3728 Мгц частота

128 Кб флеш-пам'яті для програм

4 Кб SRAM для даних

2 UART's

SPI шина

I2С шина

Радіо: ChipCon CC2420

Зовнішня флеш-пам'ять: 512 Кб

51-pin додатковий коннектор

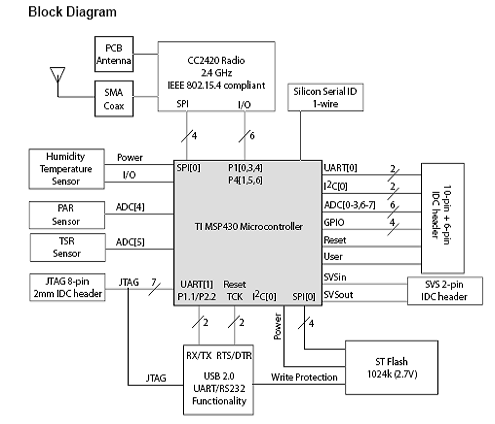
вісім 10-бітових аналогових I / O

21 цифрових I / O

Три програмованих LEDs

JTAG порт

Живлення від двох батарей AA



*TelosB*

Мікропроцесор: MSP430 F1611

8 Мгц частота

48 Кб флеш-пам'яті для програм

10 Кб RAM для даних

UART

SPI шина

Втроенний 12-бітовий ADC / DAC

DMA контролер

Радіо: ChipCon CC2420

Зовнішня флеш-пам'ять: 1024 Кб

16-pin додатковий коннектор

Три програмованих LEDs

JTAG порт

Опціонально: Сенсори освітленості, вологості, температури.

Живлення від двох батарей AA

*Intel Mote 2*

320/416/520 МГц PXA271 XScale мікропроцесор

32 МБ Флеш-пам'яті

32 МБ ОЗУ

Mini-USB інтерфейс

I-Mote2 коннектор для зовнішніх пристроїв (31 + 21 pin)

Radio: ChipCon CC2420

світлодіодні індикатори

Живлення від трьох батарей AAA

**Методи і системи позиціонування**

Існуючі системи визначення координат можна умовно розділити на дві групи: системи радіолокації і системи радіонавігації. Різниця між термінами полягає в призначенні цих систем: термін «радіолокація» використовується при визначенні координат об'єкту системою, тоді як термін «радіонавигація» використовується в разі систем, призначених для допомоги об'єкту в питанні визначення своїх координат. Як приклад використання радіолокації можна навести численні радіолокаційні системи військового призначення, як приклад використання радіонавігації більше підходять системи цивільного призначення - системи навігації повітряних і морських суден, зокрема наземні системи VOR (VHS Omnidirectional Ranging), супутникові системи GPS (Global Positioning System) , Galileo, ГЛОНАСС, Beidou (Compass).

Окрім наведених вище як приклад спеціалізованих систем, що вимагають дорогого обладнання та високого енергоспоживання, слід зазначити, що з'являється в даний момент можливість визначення координат в різних мережах зв'язку (GSM, CDMA, WiMAX, WiFi). У зоні дії мережі можливе визначення місця розташування абонента на основі інформації від знаходяться поруч базових станцій (координати яких фіксовані і відомі). Для цього треба оцінити відстані до довколишніх стаціонарних передавачів; при наявності вимірювань до трьох (або більше) базових станцій розташування абонента визначається як точка перетину кіл з відомими радіусами навколо точок з відомими координатами. Цей спосіб застосовується при відстеженні місця розташування абонента в мережах стільникового зв'язку, основним обмеженням є зона дії мережі. Прикладом існуючих систем визначення координат є система RADAR, заснована на використанні мережі WLAN. Система RADAR використовує алгоритм найближчого сусіда і має середню помилку вимірювання координат 2,94 метра. Похибка була зменшена до 2,37 метра шляхом удосконалення системи RADAR алгоритмом Viterbi.

Одна з найкращих систем позиціонування на сьогоднішній день є система Ekahau (Ekahau Positioning Engine - EPE). Система позиціонування Ekahau - це програмне забезпечення реального часу, що використовує для роботи мережа стандарту IEEE 802.11. EPE надає відомості про точне місцезнаходження, статус та присутності для Wi-Fi міток, а також підтримуваних Wi-Fi сумісних пристроїв. Можливості EPE включають точне визначення місця - закріплення Wi-Fi міток Ekahau на людях і різних об'єктах дозволяє EPE збирати дані про місцезнаходження і статус мітки, створювати візуальну картину відслідковуються предметів всередині ЛПУ. На додаток до визначення місця розташування Wi-Fi міток EPE відстежує пристрої, оснащені Wi-Fi адаптерами, такі як ноутбуки, смартфони, сканери і т.д. Оператор здійснює повний контроль над системою і в будь-який момент може визначити, яка кількість міток зареєстровано в системі, поточний статус і місце розташування будь-мітки. Мітки можуть повідомляти про події, наприклад, коли об'єкт почав рух або зупинився, передавати сигнал оператору в разі натискання кнопок на мітці, а також сигнал тривоги.

**Розробка додатків для безпровідних сенсорних мереж (БСМ)**

Безпровідна сенсорна мережа являє собою сукупність мініатюрних обчислювальних пристроїв, забезпечених датчиками і здатних до передачі даних по радіоканалах. Ці пристрої називають «мотами» (від англійського mote - «порошинка»). Важливим елементом мережі є базова станція (або шлюз), на яку надходить вся зібрана датчиками інформація. На базовій станції сенсорна інформація проходить попередню обробку і передається далі в корпоративну мережу для подальшого аналізу і використання. Моти, що утворюють мережу, пов'язані між собою бездротовими радіоканалами. Вибір маршрутів комунікації здійснюється динамічно по алгоритмам, реалізованим протоколами зв'язку. Передача повідомлень по мережі відбувається поетапно, від одного вузла іншому.

У деяких випадках успішне використання системи позиціонування може зажадати попередньої інсталяції досить значного числа опорних вузлів мережі. У той же час технологія ZigBee дозволяє здійснювати бездротове управління в домашніх, офісних і промислових приміщеннях. Відповідно, передбачається, що в найближчому майбутньому в багатьох будівлях і спорудах буде розгорнута мережа ZigBee як частина самої інфраструктури будівлі.

Проект включає такі аспекти розробки, як створення послідовних алгоритмів з подальшою їх адаптацією для паралельного і розподіленого виконання, верифікація отриманих алгоритмів шляхом створення моделей, що реалізують запуск алгоритмів на ряді тестових випадків, моделювання роботи адаптивної розподіленої сенсорної мережі на рівні пакетної передачі, перехід до моделі, враховує специфіку медичного застосування цифрових систем (гальванічна ізоляція точок обміну інформацією, відсутність або мінімізація пропущених значень), верифікації моделі, що включає алгоритм екстраполяції за відомими значеннями, модифікація моделі для часткової симуляції з фізичним обладнанням та подальшим перенесенням на реальне обладнання. Для супроводу подібного проекту потрібна система, що комплексно реалізує вищевказані аспекти.

Алгоритмічний аспект може бути змодельований в MATLAB без застосування додаткових пакетів розширень, дозволяючи протестувати і візуалізувати результати обчислень. Для подальшого тестування алгоритму в паралельному варіанті необхідний Parallel Computing Tool Box, що дозволяє використовувати до 12 ядер одночасно на одній фізичній машині (версія R2013b). Подальший рух по даному питанню призводить нас до необхідності використання рішень, що дозволяють реалізувати кластерні обчислення, що демонструють лінійне зростання швидкості обчислень при нарощуванні кількості процесорів, а також необхідності інтеграції в процес моделювання технології NVIDIA CUDA, що надає ресурс масивного паралелізму в задачах фільтрації, вейвлет-перетворення та інше.

Додаткова складність виникає при необхідності синтезу моделей в автоматизованому режимі при моделюванні великої системи (більше 1000 елементів). При цьому можливо використовувати API MATLAB & Simulink для реалізації синтезатора моделі за вхідними вимогами, що включає такі обмеження, як кількість параметрів моніторингу і контролю об'єкта, наявність або відсутність у вузлів адаптивної розподіленої сенсорної мережі медичного призначення географічної прив'язки, спеціалізованих тегів і т.п.

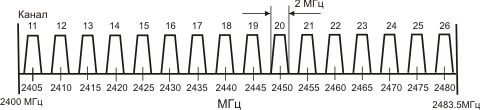
Оскільки модельний експеримент має певною часткою наближення до реального об'єкту, то необхідно протестувати отримані модельні викладки на реальному обладнанні в режимі косимуляціі і / або PIL-тестування. Рішення такого завдання можливе при використанні ряду пакетів розширення MATLAB & Simulink, а також використання так званої буферної і цільової апаратної платформи Arduino і сенсорної платформи на базі технологій Nordic Semiconductor відповідно. Метадані для модельного експерименту можуть бути отримані приладами Agilent, Rigo

**Стандарт IEEE 802.15.4**

Субрівень 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, субрівень MAC забезпечує підтримку механізмів безпеки на прикладному рівні.

Даний стандарт опционно дозволяє використання структури суперкадра. Формат суперкадра визначається координатором. Суперкадр обмежений мережевими маяками (beacon), посланими координатором (дивись рис. 4a) і містить 16 рівних по тривалості тимчасових доменів. Вибрані моделі суперкадр може містити активну і пасивну секції (дивись рис. 4b). 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-CA. Всі обміни завершуються до моменту наступного мережевого маяка.



Мал. 3a. Вибір радіоканалів в IEEE 803.15.4 (PHY 2400 МГц)

**Алгоритм CSMA-CA**

Алгоритм CSMA-CA використовується до передачі інформаційних або командних МАС-кадрів, що пересилаються в межах CAP, за виключення випадку передачі, здійснюваної відразу після підтвердження отримання команди запиту даних. Алгоритм CSMA-CA не використовується для передачі кадрів-маяків, кадрів підтвердження, або інформаційних кадрів, переданих в CFP. Якщо в PAN періодично використовуються кадри-маяки, субрівень MAC буде використовувати доменну версію алгоритму CSMA-CA для передачі в CAP суперкадрів. Навпаки, якщо кадри-маяки періодично не посилати або якщо маяк не може бути виявлений, передача буде здійснена субрівнями МАС із залученням версії алгоритму CSMA-CA. В обох випадках, алгоритм реалізується з використанням періодів часу, які називаються періодами відстрочки передачі, які дорівнюють aUnitBackoffPeriod символів.

У доменному CSMA-CA, межі періодів відстрочки (backoff) кожного пристрою в PAN буде синхронізовано з межами доменів суперкадру координатора PAN, т.e., початок першого періоду відстрочки кожного пристрою синхронізовано з початком передачі кадру-маяка. У доменному CSMA-CA, субрівень MAC гарантує, що PHY починає всі свої передачі на кордоні періоду відстрочки. У бездоменному CSMA-CA, періоди відстрочки одного пристрою не пов'язані в часі з періодами відстрочки будь-якого іншого пристрою в PAN.

Кожен пристрій має підтримувати три змінних для кожної спроби передачі: NB, CW і BE. NB дорівнює числу раз, коли алгоритм CSMA-CA був змушений здійснити відстрочку, намагаючись реалізувати поточну передачу; перед початком кожної нової спроби передачі початкове значення цієї змінної дорівнює нулю.

CW одно ширині вікна конкуренції і визначає число періодів відстрочки, які необхідні для з'ясування доступності каналу, перш ніж передача зможе бути розпочато. Це значення в початковий період дорівнює двом на початку кожної спроби передачі. Якщо канал зайнятий, ця змінна робиться знову дорівнює двом.

Мінлива CW використовується тільки для доменного CSMA-CA. BE є показником ступеня для числа періодів відстрочки. Ця величина визначає, скільки періодів відстрочки пристрій повинен чекати, перш ніж вона зробить чергову спробу доступу до каналу. У бездоменних системах, або в доменних системах при наявності субполя BLE (див. Рис. 22), вона встановлюється рівною нулю. У вихідний момент BE робиться дорівнює значенню macMinBE. У доменних системах в разі отримання субполя BLE = 1, ця величина робиться рівною мінімуму (2; macMinBE). Якщо macMinBE зроблено рівним нулю, виняток зіткнень виявляється блокованим на час першої ітерації цього алгоритму.

Хоча при ССА аналізі приймач пристрою активовано, пристрій може відкинути будь-які кадри, отримані в цей час.

Нижче представлена ​​діаграма реалізації алгоритму CSMA-CA. При використанні доменного алгоритму CSMA-CA, субрівень MAC спочатку ініціює NB, CW і BE, потім визначає межі наступного періоду відстрочки [крок (1)]. Для алгоритму CSMA-CA, субрівень MAC ініціалізує NB і BE, потім переходить безпосередньо до кроку (2).

Субрівень MAC робить витримку, кратну псевдовипадковому числу повних періодів відстрочки в діапазоні від 0 до 2BE - 1 [крок (2)] і потім робить запит, щоб PHY виконав CCA [крок (3)]. У доменній системі CSMA-CA CCA починається на кордоні періоду відстрочки. У бездоменной системах CSMA-CA, CCA починається негайно.

У доменній системі CSMA-CA з субполів BLE = 0, субрівень MAC гарантує, що після випадкової відстрочки, можуть бути виконані інші операції CSMA-CA і транзакція може бути повністю здійснена до завершення CAP. Якщо число періодів витримки більше ніж залишкова кількість періодів в CAP, субрівень MAC перерве зворотний відлік витримок в кінці CAP і відновить його на початку CAP наступного суперкадра. Якщо число періодів витримки менше або дорівнює залишився числу періодів в CAP, субрівень MAC застосує свою витримку, а далі визначить, чи може він продовжувати. Субрівень MAC продовжить роботу, якщо залишилися кроки алгоритму CSMA-CA (т.e., два аналізи CCA), передача кадрів, і будь-які докази може бути завершені до кінця CAP. Якщо субрівень MAC може продовжувати роботу, він запросить, щоб PHY виконав CCA в рамках поточного суперкадра.

Якщо субрівень MAC може продовжувати роботу, він почекає до початку CAP в наступному суперкадрі і реалізує наступну затримку витримки [крок (2)], перш ніж вирішувати, чи може він продовжувати далі.

У доменній системі CSMA-CA з субполів BLE = 1, субрівень MAC гарантує, що після випадкової витримки можуть бути виконані інші операції CSMA-CA і залишився обмін може бути завершений до кінця CAP. Зворотний відлік періодів витримки буде проводитися тільки під час перших macBattLifeExtPeriods періодів після кінця періоду IFS, наступного за маяком. Субрівень MAC продовжить роботу, якщо залишилися кроки алгоритму CSMA-CA (два CCA-аналізу), передача кадрів, і будь-яких підтверджень можуть бути завершені до кінця CAP, а передача кадрів почнеться в один з перших macBattLifeExtPeriods повних періодів витримки після періоду IFS, наступного за маяком.

Якщо субрівень MAC може продовжувати роботу, він запросить щоб PHY виконав CCA в рамках поточного суперкадру. Якщо субрівень MAC не може продовжувати роботу, він почекає початку CAP в наступному суперкадрі і здійснить ще одну витримку випадкової тривалості [крок (2)], перш ніж встановить, чи може він продовжувати роботу знову.

Якщо канал визначено, як зайнятий [крок (4)], субрівень MAC інкрементує NB і BE на одиницю, гарантуючи, що BE не стане більше macMaxBE. Субрівень MAC в доменних системах CSMA-CA встановить змінну CW рівній 2. Якщо значення NB менше або дорівнює macMaxCSMABackoffs, алгоритм CSMA-CA повернеться до кроку (2). Якщо значення NB більше macMaxCSMABackoffs, алгоритм CSMA-CA завершить доступ до каналу і видасть сигнал помилки.

Якщо канал визначено, як пасивний [крок (5)], субрівень MAC в доменних системах CSMA-CA гарантує, що вікно конкуренції завершилося до початку передачі. Щоб зробити це, субрівень MAC спочатку декрементируется на одиницю CW, а потім визначає, чи рівне значення нулю. Якщо значення НЕ нуль, алгоритм CSMA-CA повертається до кроку (3). Якщо значення дорівнює нулю, субрівень MAC почне передачу кадру, починаючи з кордону наступного періоду витримки. Якщо канал визнаний пасивним, в бездоменной системі CSMA-CA субрівень MAC почне передачу кадрів негайно.

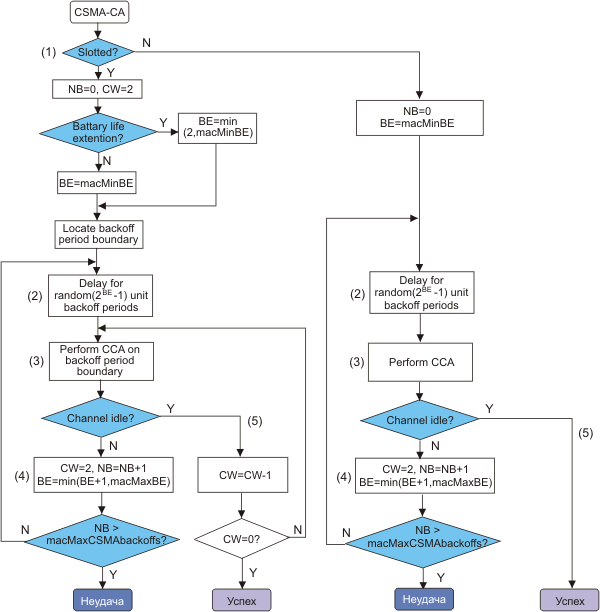


Рис. 39. Алгоритм CSMA-CA

*NB - Number of backoff* (число відстрочок); *BE* - показник ступеня відстрочок; *CW* - вікно конкуренції (за мережеву середу).

*Координатор ZigBee (ZC)*: Координатор є основою кореневої базою дерева мережі і може виконувати функцію моста при з'єднанні з іншими мережами. У кожній мережі PAN може бути тільки один ZigBee-координатор, так як цей пристрій є основою мережі. Він може запам'ятовувати дані про мережі, виконувати функції центру верифікації та сховища криптографічних ключів.

*Маршрутизатор ZigBee (ZR):* Поряд з виконанням прикладних функцій ZR може виконувати функцію проміжного маршрутизатора, переадресуючи дані від інших мережевих пристроїв.

*Кінцевий пристрій ZigBee (ZED):* Несе в собі достатньо функцій, щоб взаємодіяти з вищим вузлом (координатором або маршрутизатором); він не може передавати дані від інших мережевих пристроїв. Така взаємодія дозволяє вузлу перебувати в "сплячому" стані помітну частину часу, продовжуючи життя батареї. ZED вимагає мінімального обсягу пам'яті і, отже, є менш дорогим у порівнянні з ZR або ZC.

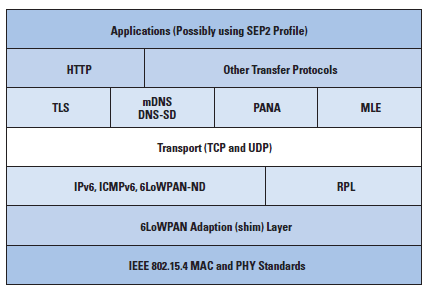


Рис.. Вбудовування Zigbee в Інтернет

**6 РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ**

Даний розділ має на меті проведення маркетингового аналізу стартап проекту задля визначення принципової можливості його ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації цього впровадження.

# Опис ідеї проекту

В межах цього підрозділу аналізується зміст ідеї, можливі напрямки застосування, основі вигоди які може отримати користувач товару та відмінності від існуючих аналогів та замінників.

Таблиця 6.1 Опис ідеї стартап-проекту

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Зміст ідеї | Напрямки  застосування | Вигоди для користувача |
| Розробка методики  адаптивного регулювання  бітрейту IP-радіо | Компанії, які працюють з серверами і обробкою даних | Здешевлення вартості систем розвантаження даних |
|  |  |  |

Конкурентів у розроблюваного проекту немає. Є методи вирішення проблем перевантаження серверів, такі як використання дорогих швидкісних каналів Інтернету або використавши декілька серверів, що не є економним. Розроблюваний модуль виконує ті ж функції, але більш економно, так як він адаптивний.

Таблиця 6.2 Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Техніко- | Товари конкурентів | | W | N | S (сильна |
| п/п | економічні |  | | (слабка | (нейтральна | сторона) |
|  | характеристики |  | | сторона) | сторона) |  |
| Мій | Конкурент |
|  | ідеї | проект |  |  |  |  |
| 1 | Простота |  |  |  |  | ✔ |
| 2 | Дешевизна |  |  |  |  | ✔ |
| 3 | Швидкодія |  |  |  |  | ✔ |

# Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу проводиться аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту.

Для реалізації цього проекту потрібно вибрати технологію створення модуля

IP-радіо.

Таблиця 6.3 Технологічна здійсненність проекту

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Ідея проекту | Технології її  реалізації | Наявність  технології | Доступність  технології |
| 1 | Розробка модуля  IP-радіо з адаптивно-змінюваним бітрейтом | Wordpress | Так | Так |
| 2 | Drupal | Так | Так |
| 3 | ПОЛІДАР | Так | Так |
| Обрана технологія реалізації ідеї проекту: CMS ПОЛІДАР | | | | |

# Обрано функціонал CMS ПОЛІДАР так як він дозволяє розробити весь запланований функціонал модулю IP-радіо. Для створення IP-радіо не потрібно завантажувати на комп'ютер Wordpress або Drupal так, як ПОЛІДАР - хмарна система, що дуже зручно.

# Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

В межах даного підрозділу проводиться визначення ринкових можливостей, які можна використати під час ринкового впровадженн проекту, та ринкових загроз, які можуть перешкодити реалізації проекту. Визначення ринкових можливостей дозволяє спланувати напрями розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів.

Таблиця 6.4 Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Показники стану ринку | Характеристика |
| 1 | Кількість головних гравців, од | 1 |
| 2 | Загальний обсяг продаж, ум. од. | Невідомий |
| 3 | Динаміка ринку | Зростає |
| 4 | Наявність обмежень для входу | Невідома |
| 5 | Специфічні вимоги до стандартизації та  сертифікації | Існують |
| 6 | Середня норма рентабельності в галузі, % | Невідома |

За результатами аналізу важно зробити висновок щодо привабливості для входження за попереднім оцінюванням.

Визначимо потенційні групи клієнтів.

Таблиця 6.5 Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Потреба, що формує ринок | Цільова аудиторія | Відмінності у поведінці різних потенційних цільових  груп  клієнтів | Вимоги споживачів до товару |
| 1 | Розробка методики адаптивного регулювання потоків даних | Компанії, які працюють  з серверами і обробкою даних | Невідомі | Якість, швидкість, адаптивність |

Проведемо аналіз ринкового середовища: складемо таблиці факторів, що сприяють ринковому впровадженню проекту, та факторів, що йому перешкоджають.

Таблиця 6.6 Фактори загроз

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Фактор | Зміст загрози | Можлива реакція  компанії |
| 1 | Небажання використовувати нові технології | Бажання продовжувати використовувати наявні зараз системи, не роблячи заміну на нові, більш-продуктивні, в зв'язку з недовірою до продукту, який ще зовсім новий. | Вихід з ринку |

Таблиця 6.7 Фактори можливостей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Фактор | Зміст можливості | Можлива реакція  компанії |
| 1 | Новий функціонал у  проекті що  розробляється | Додавання нових можливостей у проект, що розроблюється | Розроблення цього функціоналу |

Проведемо аналіз пропозиції: визначимо загальні риси конкуренції на ринку.

Таблиця 6.8 Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Особливості  конкурентного середовища | В чому проявляється дана  характеристика | Вплив на діяльність  підприємства |
| За характером  конкурентних переваг – цінова | Товар даного підприємства має дуже високу вартість | Значний |
| За інтенсивністю –  невідомо |  |  |
| За рівнем конкурентної боротьби – національне | Дане підприємство відомо  по усьому світу | Значний |
| За галузевою ознакою –  внутрішньогалузева | Конкуренція виконується в  рамках однієї галузі | Значний |
| Конкуренція за видами товарів – невідомо |  |  |

Проведемо більш детальний аналіз умов конкуренції у галузі.

Таблиця 6.9 Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Складові аналізу | Прямі конкуренти в  галузі | Потенційні конкуренти | Постачальники | Клієнти | Товари- замінники |
| немає | немає | Невідомо | Невідомо | Невідомо |
| Висновки | Подібного ПЗ, яке розроблене  в проекті, немає ні в кого | Є  можливість виходу на ринок | Невідомо | Невідомо | Невідомо |

За результатами аналізу можна зробити висновок, що працювати на даному ринку можна незважаючи на конкурентну ситуацію. Для поширення продукту він повинен володіти рядом факторів, які відрізняють його від існуючого конкурента.

Перелічимо фактори конкурентоспроможності

Таблиця 6.10 Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Фактор  конкурентоспроможності | Обґрунтування |
| 1 | Простота | Дана розробка не вимагає від користувача додаткових знань і доступна кожному. |
| 2 | Дешевизна | Технологія недорога і здешевлює наявні зараз способи вирішення проблеми перенавантаження. |
| 3 | Адаптивне регулювання потоків в залежності від навантаженості серверу. | Адаптивно обробляє аудіопотоки і не сильно впливає на якість звуку. |

Проведемо аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту.

Таблиця 6.11 Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Фактор конкурентоспроможності | Бали 1-20 | Рейтинг товарів –конкурентів у порівнянні з  проектом, що розробляється | | | | | | |
| -3 | -2 | -1 | 0 | +1 | +2 | +3 |
| 1 | Простота |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Дешевизна |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | Адаптивне регулювання потоків в залежності від навантаженості серверу. |  |  |  |  |  |  |  |  |

Проведемо SWOT-аналіз

Таблиця 6.12 SWOT-аналіз стартап-проекту

|  |  |
| --- | --- |
| Сильні сторони:  Простота  Дешевизна  Швидкодія | Слабкі сторони:  Невідома компанія  Відсутність стартового капіталу |
| Можливості:  Розширення функціоналу  Нові технології | Загрози:  Небажання замінювати наявні системи на нові |

З огляду на SWOT-аналіз можна прийти до висновку що нема потреби розробляти альтернативи ринкового впровадження цього проекту.

# Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку, а саме опис цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 6.14 Вибір цільових груп потенційних споживачів

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Опис профілю | Готовність | Орієнтовний | Інтенсивність | Простота |
| п/п | Цільової групи | споживачів | попит в | конкуренції в | входу у |
|  | потенційних  клієнтів | сприйняти  продукт | межах  цільової | сегменті | сегмент |
|  |  |  | групи |  |  |
| 1 | Компанії, які працюють з серверами і обробкою інформації | Готові | Високий | У сегменті  немає конкуренції | Важко |
| Які цільові групи обрано: Компанії, які працюють з серверами і обробкою ін  формації | | | | | |

Для роботи в обраних сегментах ринку сформулюємо базову стратегію розвитку.

Таблиця 6.15 Визначення базової стратегії розвитку

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Стратегія  охоплення ринку | Ключові конкурентоспроможні позиції | Базова  стратегія ринку |
| 1 | Диференційований  маркетинг | Простота, дешевизна, адаптивне регулювання потоків в залежності від навантаженості серверу. | Стратегія  спеціалізації |

Виберемо конкурентну поведінку

Таблиця 6.16 Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Чи є проект  «першопроходцем» на ринку? | Чи буде компанія шукати нових споживачів, або  забирати існуючих товару  конкурентів? | Чи буде компанія копіювати основні  характеристики | Стратегія конкурентної поведінки |
| 1 | Так | Ні | Ні | Заняття  конкурентної ніші |

Розробимо стратегію позиціонування, що полягає у формуванні ринкової позиції, за яким споживачі мають ідентифікувати проект.

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  сформувати  комплексну позицію власного проекту |
| 1 | Адаптивне розвантаження потоків даних при перевантаженні серверів |  |  |  |

# Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Сформуємо маркетингову концепцію товару, який отримає споживач

Таблиця 6.18 Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Потреба | Вигода, яку пропонує товар | Ключові  переваги  перед конкурентами |
| 1 | Недопуск перевантаження  серверів | Зменшення кількості серверів для обслуговування користувачів | Швидкодія, безкоштовність, адаптивність |

Таблиця 6.19 Опис трьох рівнів моделі товару

|  |  |
| --- | --- |
| Рівні товару | Сутність та складові |
| 1. Товар за задумом | Адаптивне розвантаження даних серверів |
|  | Властивості: |
| 2. Товар у реальному  виконанні | 1. Простота 2. Дешевизна 3. Адаптивність |
| Якість: апробація на IP-радіо |
| Пакування: відсутнє |
| Марка: відсутня |
| 3. Товар із  підкріпленням | До продажу: невідомо |
| Після продажу: невідомо |

Товар не буде якимось чином захищатись від копіювання та буде поширюватись як є.

Визначимо цінові межі, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на товар.

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 |
| 1 | 70-100 тис. ум. од. | До 10 тис ум.  од. | Високий | Безкоштовно |

Визначимо оптимальну систему збуту

Таблиця 6.21 Формування системи збуту

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Специфіка закупівельної поведінкицільових клієнтів | Функції збуту, які має виконувати постачальник  товару | Глибина каналу збуту | Оптимальна система збуту |
| 1 | Невідома | Вільний доступ  до товару | Невідома | Вільний доступ  до товару |

Розробимо концепцію маркетингових комунікацій

Таблиця 6.22 Концепція маркетингових комунікацій

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Специфіка поведінки цільових клієнтів | Канали комунікацій, якими користуються  клієнти | Ключові позиції, обрані для позиціонування | Завдання рекламного повідомлення | Концепція рекламного звернення |
| 1 | Невідома | Інтернет | Можливості проекту | Донести про можливості проекту | Донесення про можливості та сильні стороні  проекту |

Висновки за розділом 6:

За результатами проведеного аналізу можна зробити висновок, що є можливість ринкової комерціалізації проекту оскільки на ринку є попит на таку продукцію. Але оскільки метою цього проекту не є матеріальне збагачення, продукт буде поширюватись вільно, безкоштовно та без обмежень, то комерціалізація проекту не має сенсу.

**ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

Так як темою даної дисертації є експлуатація безпровідної сенсорної системи всередині навчальних та робочих приміщень, то необхідно розглянути охорону безпеки при використанні ЕОМ, питання електробезпеки, а також пожежної безпеки.

Захист від негативної дії ЕВМ радіочастот в цьому розділі не розглядається, так використовуване обладнання мережі для Wi-Fi, відповідає сертифікації і вимогам гігієни, і відповідає вимогам ДЕНіП №476 та ДЕНіП №239.

У даному розділі з урахуванням вимог ДСанПіН 3.3.2.007 та ДНАОП 0.00-1.31-99 визначено основні потенційно небезпечні і шкідливі фактори, що виникають за роботою ВДТ ПЕОМ, вплив цих факторів на користувача, розглянути принципи їх нормування, а також можливі комплексні заходи щодо запобігання шкідливого впливу цих факторів на людину. В цьому розділі запропоновані і визначені основні способи захисту здоров’я та профілактики пожежної безпеки, а також безпеки у надзвичайних ситуаціях.

## 4.1 Визначення основних потенційно шкідливих та небезпечних виробничих факторів

За відповідністю до ДСанПіН 3.3.2.007 ­- 98 головні виробничі фактори та основну шкоду яку чинить робота на ПЕОМ, це:

електромагнітне випромінювання;

рентгенівське випромінювання ВДТ;

механічний шум, який виникає періодично(звуки спрацьовування програм, факсу, принтеру, тощо) та постійно(охолоджувальна система, звуки механічної взаємодії з приладами введення даних, шум монітору тощо);

наявність електростатичних полів;

перевтомлення очей із-за їх фокусу(центральний та периферійний зір);

ризик ураження оператора електричним струмом;

додаткова напруга на руки оператора, що може започаткувати розвиток професійного захворювання.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров’я постійна робота за ПК може в окремих випадках призвести до порушення функцій зору, кістково-м’язової системи (постійна примусова поза) і порушень, зв’язаних зі стресовими ситуаціями і нервово-емоційною напругою при роботі. У кожному кабінеті із ПЕОМ має бути пам’ятка про шкоду постійної сфокусованої роботи та необхідність виконувати вправи як для зору(зміна фокусу) та розминки тіла.

## 4.2 Технічні рішення та організаційні заходи з безпеки і гігієни праці та виробничої санітарії

### 4.2.1 Безпека праці при експлуатації ПЕОМ

Техніка, що встановлена та розміщена у кімнатах кафедри, вибрана для узгодження багатьох вимог охорони праці. Встановлені у приміщеннях монітори типу LR/NI. Тип (Low Radiation) має низький рівень випромінювання екрана монітора. Тип NI (Non - Interlaced) має порядкове розгорнення, завдяки чому зменшується навантаження очей користувачів.

ВДТ на ЕПТ є джерелами як електромагнітних випромінювань: м’якого рентгенівського, ультрафіолетового, інфрачервоного, радіочастотного діапазону, так і електростатичних полів.

ВДТ є пристроєм для візуального зображення інформації, збереженої електронним засобом. Він складається з дисплейного екрана, системного блока обробки виведеної інформації, і клавіатури.

Класифікація ВДТ стосовно до проблеми їхнього впливу на здоров'я базується головним чином на конструктивних особливостях і визначених параметрах самого дисплея (наприклад, можливість одержання багатокольорового, позитивного, негативного зображення).

Найбільш широко поширені ВДТ з електронно-променевими трубками (ЕПТ). Тому розглянемо ВДТ на основі ЕПТ. Принципи дії і конструкція ЕПТ однакові і не залежать від того, чи застосовуються вони в телевізорах, ВДТ або інших пристроях.

Проаналізуємо потенційно шкідливі і небезпечні чинники, що виникають у процесі експлуатації ВДТ на основі ЕПТ. Зробимо висновки, що саме може зашкодити користувачу ЕПТ:

електромагнітне випромінювання радіочастотного діапазону;

ризик поразки електричним струмом;

не використовуване рентгенівське випромінювання (НРВ);

випромінювання оптичного діапазону (ультрафіолетове, інфрачервоне і випромінювання видимого діапазону);

електростатичне поле;

відблиск на екрані монітора.

Випромінювання НВЧ діапазону, ультрафіолетове, НРВ іонізують повітря, змінюють його хімічний склад (у робочій зоні утворяться О3, NO, Н3О, НС2 і ін.). Робота ЕОМ супроводжується виділенням надлишковоготепла,що призводить до порушення параметрів мікроклімату в робочій зоні.

Окрім того, робітники та користувачі персональних комп’ютерів підвищують власний рівень уваги на роботі, а також інші психічні процеси та функції, що може порушити їх стан, режим праці та регламентований відпочинок. Також відчутної шкоди може завдати робота за ПК при недостатньому освітленні приміщення та робочої зони.

**4.2.2 Електробезпека**

Обладнаня мережі та Wi-Fi відноситься до ІІ та ІІІ класів за електрозахистом згідно вимог ГОСТ12.2.007.0-75.

Все інше наявне в науково-дослідницьких приміщеннях електроустаткування можна віднести до I (системні блоки) та II (ВДТ) класів щодо електрозахисту (ГОСТ12.2.007.0-75).

Помешкання лабораторій по рівню безпеки поразки людей електричним струмом згідно ОНТП 24-86 та ДНАОП 00.0-1.21-98 можна віднести, до помешкань без підвищеної небезпеки, тому що:

відносна вологість повітря не перевищує 75%;

матеріал підлоги (паркет) є діелектриком;

температура повітря не досягає значень, більших 35 °С(виконується вимірювання показників приміщень);

відсутня можливість одночасного дотику людини до з'єднаних з землею металоконструкцій будинку, технологічних апаратів, механізмів і т.п., з одного боку, і до металевих корпусів електроустаткування - з іншого боку;

відсутні хімічно-агресивні середовища.

Електромережа трифазна з глухо заземленою нейтраллю, із зануленням(тип TN-S) і повторним заземленням нульового проводу відповідно до вимог ПБЕ та ПУЕ. Мережа обладнана автоматом максимального струмового захисту, із розрахованого на струм Фкз 10А. Час спрацювання автомату 0,1с.

Для того, щоб не допустити ураження людини електричним струмом при виникненні аварійних ситуацій необхідно заземлити все обладнання, що працює від мережі 220В, 50Гц. Опір нульового проводу повинен бути таким, щоб при замиканні на корпус або нульовий провід виникав струм короткого замикання, сила якого повинна перевищувати в 1,4 рази номінальний струм спрацювання автомата (для автоматів з номінальною силою струму до 100А).

де – напруга фази мережі,

– опір нульового дроту на ділянці від фазного трансформатора до розетки “Вхід мережі” (~3 Ом),

– опір фазного дроту на тій же ділянці (~3 Ом),

та – еквівалентний опір трансформатору(~0.2 Ом).

Для надійної роботи максимального струмового захисту необхідно виконати наступну умову

, де – струм короткого замикання, – номінальний струм.

Тобто струм короткого замикання при виникненні аварійної ситуації в 3,55 рази перевищує номінальний струм спрацювання автомата, що задовольняє встановленим нормам(К>1,4 при Iкз<140 А).

Опір заземлюючих пристроїв не перевищує значень встановлених ГОСТ12.1.030-81.

Виконано всі необхідні заходи щодо електробезпеки відповідно до ГОСТ12.3.019-80. Додаткових заходів по електробезпеці впроваджувати не потрібно.

**4.2.3 Електромагнітні випромінювання радіочастотного діапазону ВДТ ПЕОМ**

ВДТ на основі ЕПТ є джерелом випромінювань і полів різноманітних частот. Основними джерелами є блоки кадрової і рядкової розгортки, відрізок високовольтного проводу і анод. Ця напруга від блока розгортки до анода трубки передається за допомогою неекранованого відрізка високовольтного проводу, розташованого на зворотній стороні кінескопа. З однієї сторони він через обмотку автотрансформатора заземлений на корпус, а з іншої сторони живить анод ЕПТ. Тому його можна уявити в якості коротко заземленого штиря без ємності на кінці, тобто як антену, що випромінює. Випромінювання від анода ЕПТ, діаграма спрямованості якого має головний максимум, перпендикулярний до площини екрана кінескопа, безпосередньо спрямоване на людину, що працює на ВДТ.

Припустимі норми для напруженості електричного поля на відстані 1 м від екрана зазначені в ГОСТ12.1.006-84 і приведені в таблиці5.1.

Відповідно до паспортних даних ВДТ, що використовуються в робочому приміщенні, рівні їх ЕМВ відповідають вимогам "Тимчасовим санітарним нормам для В.Ц." №4559-88 і ГОСТ12.1.006-84 і не мають загрози для користувача.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Частота | Гранично припустимі | |
| напруженість електричного поля,  **В/м** | щільність потоку енергії,  Вт/м |
| 0.3-3 МГц | **15** |  |
| 3-30 МГц | **10** |  |
| 30-300 МГц | **3** |  |
| 300-3000 МГц |  | **0.1** |
| 3-30 ГГц |  | **0.1** |

Таблиця 4.1 – Норми для напруженості електричного поля на відстані 1 м від екрану

**4.2.4 Невикористовуване рентгенівське випромінювання ВДТ**

ПЕОМ

Джерелом НРВ у ВДТ є ЕПТ, у якій відбувається бомбардування люмінофора і матеріалу екрана електронами. Вихід НРВ за межі колби має місце при анодній напрузі 10 к і більш. При напрузі 5-60 к генерується «м'яке» (довгохвильове) рентгенівське випромінювання. Ефективна енергія НРВ залежить від анодної напруги і матеріалу колби ЕПТ. Люмінофори, використовувані в ЕПТ, перетворять підведену електронним пучком енергію в такі види випромінювань: випромінювання видимого спектру (довжини хвиль =400-760 нм); інфрачервоне випромінювання (=760 нм – 1 мм); ультрафіолетове випромінювання (=400-315 нм); рентгенівське випромінювання (=1-0,001 нм). Дослідження показали, що потік квантів рентгенівського випромінювання ЕПТ майже симетричний відносно осі кінескопа і спрямований перпендикулярно до поверхні екрана. Потужність експозиційної дози *Х* НРВ при відхиленні від осі трубки на 27-300 складає 50%. Прошарок скла товщиною 5-8 мм (така товщина екрана ЕПТ) значно послабляє потужність експозиційної дози НРВ, особливо якщо до складу скла введені атоми важких елементів.

Відповідно до ГОСТ12.2.006-87 ("Апаратура радіоелектронна побутова. Вимоги безпеки. Методи іспиту.") потужність експозиційної дози рентгенівського випромінювання побутової апаратури в будь-якій точці на відстані 5 см від будь-якої її зовнішньої поверхні не повинна перевищувати 100 мкР/г.

Виконаємо розрахунок невикористаного рентгенівського випромінювання монітора.Це випромінювання виникає при роботі електровакуумних приладів при анодній напрузі більш 5 кВ. У моніторі SAMSUNG 550b, використовуваному на робочому місці, анодна напруга складає 25 кВ, тобто генерується "м'яке" (довгохвильове) рентгенівське випромінювання. Потужність експозиційної дози НРВ для товстих анодів (коли його товщина дорівнює не менше 5 довжин пробігу в речовині, тобто в якій електрони цілком гальмуються, що відповідає використовуваному терміналу) визначаються з «Санітарних норм роботи з джерелами НРВ» і ГОСТ12.2.006-87 - для відео контролюючих пристроїв на відстані 5 см від корпуса апарату на стороні зверненої до оператора не вище 27.8 нР/с (0.1 мР/г).

Розрахуємо потужність експозиційної дози НРВ від ЕПТ по формулі (як для «масивних» анодів):

де – еквівалент Вата, ерг/с;

– коефіцієнт пропорційності, що характеризує можливість гальмування електронів в електричному полі ядра;

– коефіцієнт при ;

– анодна напруга, кВ;

– анодний струм, мА;

– ефективний порядковий номер речовини анода (люмінофора):

де – число атомів речовини з порядковим номером Zi у складній речовині. У середньому для люмінофорів, застосовуваних у моніторах, ;

– коефіцієнт поглинання випромінювання в повітрі, залежить від енергії квантів, см-1;

0.114 – енергетичний еквівалент рентгена, ерг/см3;

– ослаблення випромінювання колбою ЕПТ;

– відстань від анода ЕПТ до аналізованої точки робочого простору, см.

Підставивши значення, визначаємо, що потужність експозиційної дози НРВ для монітора SAMSUNG 550b складає ***3.77 нР/с***, що набагато менше припустимої.

**4.2.5 Оптичне випромінювання монітору.**

Як було зазначено, енергія електронного пучка за допомогою люмінофора перетвориться в тому числі й у випромінювання оптичного діапазону, що містить іонізуюче ультрафіолетове (УФВ), видимого діапазону й інфрачервоне (ІЧВ) випромінювання.

УФВ залежить від використовуваного складу люмінофору й в основному пов'язано з зелено-блакитними видами люмінофору, а не з жовто-жовтогарячими. Інтенсивність випромінювання видимого діапазону 400-700 нм залежить від відстані. Яскравість випромінювання від екрана залежить від типу ЕПТ і анодної напруги.

Відповідно до НРБ-76/87 визначається нормування іонізуючого випромінювання.Щільність потоку УФВ в області А не повинна перевищувати значень, зазначених у таблиці 4.2, а ІЧВ - у таблиці 4.3.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Область випромінювання | Діапазон довжин хвиль, нм | Припустима щільність потоку, Вт/м2 |
| А | **400 - 315** | **10** |
| В | **315 - 280** | **0,01** |
| С | **280 - 200** | **0,001** |

Таблиця 4.2 – Норма щільності потоку УФВ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Джерело випромінювання | Опромінення поверхні тіла людини, % | Припустима щільність потоку ІЧВ,Вт/м2 |
| Нагріта поверхня | **>50** | **35** |
|  | **25... 50** | **70** |
|  | **<25** | **100** |

Таблиця 4.3 – Норма іонізуючого випромінювання

Для ВДТ, які є в робочому приміщені, фактичне значення щільності потоку УФВ і ближнього ІЧВ по паспортним даним істотно нижче чинних норм відповідно до (Санітарних норм мікроклімату і виробничих помешкань №4559-88 ) і не мають загрози для користувача.

### 4.2.6 Електростатичне поле ВДТ ПЕОМ

Джерелом електростатичного поля є напруга, підведена до аноду ЕПТ, що для різних типів кінескопів лежить у межах 6-30 кВ. На ЕПТ накопичується електростатичний заряд. Розмір цих зарядів залежить від таких чинників:

* потенціалу розгону для прискорення руху електронів у напрямку до кінескопу;
* накопичення заряджених часток на поверхні кінескопу (який буде зменшувати результуюче поле);
* вологості повітря.

На відстані 0.1-0.5 м від екрана напруженість електричного поля слабко залежить від відстані і її можна вважати постійної, далі вона зменшується обернено пропорційно відстані, а на великих відстанях - обернено пропорційно квадрату відстані. Максимальна напруженість поля знаходиться у самої поверхні екрана.

Для учнів і студентів, відповідно до “Тимчасової санітарної норми і правила устрою устаткування, утримання і режиму роботи на ЕОМ і ВДТ у кабінетах обчислювальної техніки і дисплейних класів усіх типів середніх навчальних закладів № 5146-89” напруженість електростатичного поля при роботі на ВДТ повинна бути не більш 15 кВ/м, що й забезпечується у використаному ВДТ.

### 4.2.7 Параметри мікроклімату та склад повітря робочої зони

Під час роботи ВДТ при наявності радіовипромінювань високих частот, сильних електричних полів, а також НРВ в повітрі закритих помешкань створюється підвищене утримання позитивних і негативних легких іонів.

Експериментально встановлено, що аероіони є найбільш чутливим фізичним індикатором забруднення повітря, а головне - роблять безпосередній вплив на здоров'я людини. Негативні іони діють цілюще на організм, підвищуючи його опір, у той час як позитивні іони гальмують життєдіяльність організму і сприяють розвитку психічних захворювань.

Кількість легких аероіонів повинно відповідати вимогам «Санітарно-гігієнічних норм припустимих рівнів іонізації повітря виробничих і суспільних помешкань»№2152-80, що представлені в таблиці 4.4.

В залежності від типів ВДТ, застосовуваних у них електроізоляційних матеріалів, режиму роботи, очищення повітря, яке подається, а також від кількості операторів в ОЦ, відбуваються виділення й утворення різноманітних газів і парів, що призводить до зміни хімічного і кількісного складу повітря.

Повітря, що надходить у помешкання ОЦ, повинне бути очищене від забруднень, у тому числі від пилюки і мікроорганізмів. Загальна кількість колоній у 1 м3 повітря в помешканнях ОЦ відповідно вимогам санітарних норм не повинно перевищувати 1000. Патогенної мікрофлори не повинно бути.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Рівні | Кількість іонів у 1 см3 повітря позитивних, n+ негативних, n- | | Коефіцієнт полярності, |
| Мінімально необхідний | **400** | **600** | **-0. 2** |
| Оптимальний | **1000 - 3000** | **3000 - 5000** | **- 0.67... 0** |
| Максимально припустимий | **50000** | **50000** | **-0. 05... +0.05** |

Таблиця 4.4 – Санітарно-гігієнічних норм припустимих рівнів іонізації повітря виробничих і суспільних помешкань

В усіх помешканнях ОЦ параметри мікроклімату повинні відповідати вимогам ГОСТ12.1.005-88 і дотримуватися оптимальні норми:

У холодні періоди року температура повітря, швидкість його прямування і відносна вологість повітря повинні відповідно складати: 22-24°С, 0,1м/с, 60-40%; температура повітря може коливатися в межах від 21 до 25°С при зберіганні інших параметрів мікроклімату в зазначених вище межах;

У теплі періоди року температура повітря, його рухливість і відносна вологість, повинні відповідно складати: 23-25 °С, 0,1-0,2м/с, 60-40%; температура повітря може коливатися від 22 до 26 °С при зберіганні інших параметрів мікроклімату в зазначених вище межах.

### 

### 4.2.8 Заходи щодо нормалізації умов праці

### 

Для усунення шкідливого впливу НРВ на організм інженерів-програмістів можна рекомендувати скоротити час перебування за екраном дисплея до 4 годин у зміну, причому після 2 годин безупинної роботи радиться 30-хвилинна перерва (бажано на відкритому повітрі).

З метою автоматичної підтримки параметрів мікроклімату в необхідних межах протягом всіх сезонів року, очищення повітря від пилюки і шкідливих речовин, зниження рівня іонізації в помешканні лабораторії провадиться вентиляція за допомогою двох витяжних вентиляторів типу АИСИ-4 і щоденне вологе прибирання.

Світильники розташовані в два ряди і підключені до різних фаз електромережі для усунення мерехтінь світлового потоку (коефіцієнт пульсацій менше 10%).

Для ослаблення шкідливого впливу електростатичних полів у лабораторії застосовуються захисні скляні фільтри (екрани) з електропровідним покриттям, що має відводи для заземлення, що прикріплюються на екран монітора.

Для зниження рівня шуму в лабораторії використовується шумопоглинаюче облицювання з перфорованим покриттям: гіпсові плити товщиною 7-9 мм із заповненням із склотканини.

Безпека в надзвичайних ситуаціях

Основними складовими планів ліквідації та локалізації надзвичайних ситуацій є розробка технічних рішень та організаційних заходів щодо оповіщення, евакуації та дії персоналу при надзвичайних ситуаціях. Крім того необхідною складовою є визначення основних заходів з пожежної безпеки.

**5.4.1 Вимоги щодо організації ефективної системи сповіщення персоналу у разі виникнення надзвичайних ситуацій**

Оповіщення виробничого персоналу у разі виникнення НС, наприклад при пожежі, здійснюється відповідно до вимог НАПБ А.01.003-2009. Необхідність обладнання виробничих приміщень певним типом СО визначається згідно з додатком Е до ДБН В.1.1-7-2002 "Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва". При обладнані виробничих будівель системою оповіщання, їх необхідно поділяти на зони оповіщання з урахуванням об’ємно-планувальних рішень будинків, шляхів евакуації, поділення на протипожежні відсіки тощо, а також з урахуванням вимог, що наведені в примітці 1 таблиці Е.1 додатка Е до ДБН В.1.1-7-2002. Розміри зон оповіщання, черговість оповіщання та час початку оповіщання людей в окремих зонах визначаються, виходячи з умов забезпечення безпечної та своєчасної евакуації людей у разі виникнення НС.

Оповіщання про НС та управління евакуацією людей здійснюється одним з наступних способів або їх комбінацією:

- поданням звукових і (або) світлових сигналів в усі виробничі приміщення будівлі з постійним або тимчасовим перебуванням людей;

- трансляцією текстів про необхідність евакуації, шляхи евакуації, напрямок руху й інші дії, спрямовані на забезпечення безпеки людей;

- трансляцією спеціально розроблених текстів, спрямованих на запобігання паніці й іншим явищам, що ускладнюють евакуацію;

- розміщенням знаків безпеки на шляхах евакуації згідно з ДСТУ ISO 6309;

- ввімкненням евакуаційних знаків "Вихід";

- ввімкненням евакуаційного освітлення та світлових покажчиків напрямку евакуації;

- дистанційним відкриванням дверей евакуаційних виходів;

- зв'язком оперативного (чергового) персоналу СО (диспетчера пожежного поста) із зонами оповіщання.

Як правило, СО вмикається автоматично від сигналу про пожежу, який формується системою пожежної сигналізації або системою пожежогасіння. Також з приміщення оперативного (чергового) персоналу СО (диспетчера пожежного поста) слід передбачати можливість запуску СО вручну, що забезпечує надійну роботу СО не тільки при пожежі, а і у разі виникнення будь-якої іншої НС. Повинен бути забезпечений розподіл пріоритетів щодо повідомлень для виробничого персоналу у такій послідовності:

I (найвищий) - повідомлення оперативного (чергового) персоналу СО (диспетчера пожежного поста) під час пожежі, або у разі виникнення будь-якої іншої НС;

II - повідомлення, які записані на будь-якому носії та вмикаються автоматично від спрацювання систем пожежної автоматики, або за сигналом оперативного (чергового) персоналу СО (диспетчера пожежного поста);

III - службові повідомлення, що не стосуються організації та управління евакуацією людей.

У разі одночасного транслювання декількох повідомлень, що мають різні пріоритети, повідомлення, які мають нижчий пріоритет, повинні автоматично блокуватись. СО повинна мати можливість одночасно передавати різні мовленнєві повідомлення в різні зони оповіщання. Згідно з вимогами ДБН В.1.1-7-2002 необхідно забезпечити можливість прямої трансляції мовленнєвого оповіщання та керівних команд через мікрофон для оперативного реагування в разі зміни обставин або порушення нормальних умов евакуації виробничого персоналу.

У разі виникнення пожежі у багатоповерхових виробничих будівлях, СО повинна спрацьовувати у такій послідовності:

в першу чергу, здійснюється оповіщання людей про пожежу на поверсі, де виникла пожежа;

потім оповіщання людей про пожежу на поверхах, що розташовані вище поверху, де виникла пожежа;

в останню чергу, оповіщання людей про пожежу на поверхах, що розташовані нижче поверху, де виникла пожежа.

Затримку часу оповіщання про НС /пожежу/ для різних поверхів будинку необхідно передбачати з урахуванням злиття потоків людей на шляхах евакуації відповідно до розрахунків по ГОСТ 12.1.004 "ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования".

У багатоповерхових виробничих будівлях, які поділені на протипожежні відсіки по вертикалі, СО повинна вмикатися одразу для всього протипожежного відсіку, де виникла пожежа. Затримку часу оповіщання про НС /пожежу/ для інших вертикальних протипожежних відсіків будинку слід передбачати з урахуванням злиття потоків людей на шляхах евакуації відповідно до вимог додатка 2 згідно ГОСТ 12.1.004.

**5.4.2 Обов’язки та дії персоналу при надзвичайних ситуаціях**

У разі виявлення ознак НС працівник, який їх помітив повинен:

– негайно повідомити про це засобами зв’язку органи ДСНС та пожежної охорони, вказати при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, а також своє прізвище;

– повідомити про НС керівника, адміністрацію, пожежну охорону підприємства;

– організувати оповіщення людей про НС;

– вжити заходів щодо евакуації людей та матеріальних цінностей;

– вжити заходів щодо ліквідації наслідків НС з використанням наявних засобів.

Керівник та пожежна охорона установки, яким повідомлено про виникнення пожежі, повинні:

– перевірити, чи викликані підрозділи ДСНС;

– вимкнути у разі необхідності струмоприймачі та вентиляцію;

– у разі загрози життю людей негайно організувати їх евакуацію, та їх рятування, вивести за межі небезпечної зони всіх працівників, які не беруть участь у ліквідації НС;

– перевірити здійснення оповіщення людей про НС;

– забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у ліквідації НС ;

– організувати зустріч підрозділів ДСНС та Державної пожежної охорони, надати їм допомогу у локалізації і ліквідації НС.

Після прибуття на НС підрозділів ДСНС та пожежної охорониповинен бути забезпечений безперешкодний доступ їх до місця, де виникла НС

**4.3 Пожежна безпека**

Відповідно до ОНТП24-86 та ДНАОП Б.07.005-86 робоче приміщення відноситься до категорії В по вибухопожежній небезпеці. Відповідно до ПУЕ-87 та ДНАОП 00.0-1.32-01 клас робочої зони приміщення по пожежонебезпеці - П-IIа. Можливими причинами пожежі в приміщенні є несправність електроустаткування, коротке замикання проводки, і порушення протипожежного режиму (використання побутових нагрівальних приладів, паління).

У зв’язку з цим у відповідність з ПБЕ та ПУЕ необхідно передбачити наступні заходи:

ретельна ізоляція всіх струмоведучих провідників до робочих місць, періодичний огляд і перевірка ізоляції;

строге дотримання норм протипожежної безпеки на робочому місці;

проводяться відповідні організаційні заходи (заборона паління, інструктаж);

Для гасіння пожежі в робочому приміщені (клас „Е”- наявність електрообладнання) використовуються вогнегасники ОП-1 –– “Момент” (2 шт.). Додатково в коридорі розташовані вогнегасники ОХП-10. Також на сходовій клітці розташований пожежний кран. Така кількість первинних засобів пожежогасіння відповідає вимогам ДСТУ3675-98 та ISO3941-77, якими передбачене обов’язкова наявність двох вогнегасників до 100 м2 площі підлоги приміщення.

Згідно вимог ДБН В.2.5-56-2014 робоче приміщення оснащене автоматичною пожежною сигналізацією теплової дії ДТЛ. Вони встановлені в кожнім приміщенні даної будови на стелі по дві штуки. Від них інформація з ліній зв’язку надходить на охоронно-пожежний пристрій СИГНАЛ-37М, який оснащений звуковим сигналом.

Будинок має два евакуаційних виходів: через головний хід і додатковий евакуаційний вихід. Шляхи евакуації відповідають установленим нормам. Двері відкриваються назовні. Коридор веде до двох сходових кліток, одна з яких виходить безпосередньо на вулицю, а друга має вихід на вулицю через вестибюль і головний вхід. Сходова клітка виконана з негорючих матеріалів. Сходи мають природне бічне освітлення і штучне евакуаційне освітлення. Сходові площадки ширше коридорів. Усі співробітники ознайомлені з планом евакуації.

Значення основних параметрів шляхів евакуації і їхніх приведені в табл. 4.5.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Фактичне значення | Норма |
| Висота дверних прорізів | 2,0 м | Не менше 2 м |
| Ширина дверних прорізів | 0,8 м | Не менше 0,8 м |
| Ширина проходу для евакуації | Більше 1,5 м | Не менше 1 м |
| Ширина коридору | 2 м | Не менше 2 м |
| Число виходів з коридору | 2 | Не менше 2 |
| Ширина сходового маршу | 1,2 м | Не менше 1 м |
| Висота поруччя сходів | 1 м | Не менше 0,9 м |

Табл.4.5 – Характеристики і норми евакуаціонних виходів

Дотримано усі вимоги ДБНВ1.1-7-2003 та СНиП 2.09.02-85 по вогнестійкості будинку і ширині евакуаційних проходів і виходів із приміщень назовні.

У приміщенні є план евакуації. Час евакуації відповідає вимогам СНиП 2.01.02-85, а максимальне віддалення робочих місць від евакуаційних виходів вимогам СНиП 2.09.02-85. У приміщенні виконуються усі вимоги по пожежній безпеці відповідно до вимог НАПБ А.01.001-95. “Правила пожежної безпеки в Україні”.