

Факультет інформаційних технологій
Кафедра мережевих та інтернет технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

завідувач кафедри
мережевих та інтернет технологій

_____ Ю.В. Кравченко

« _____ » _____ 2021 року

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
БАКАЛАВРА**

галузі знань 17 «Електроніка та телекомунікації»
за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

на тему:

ПОБУДОВА СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

Виконав: студент групи МІТ -41

Кобильчук Микита Андрійович

_____ (прізвище ім'я по-батькові)

_____ (підпис)

Керівник:

доцент кафедри МІТ,
Дуднік Андрій Сергійович

_____ (посада, прізвище ім'я по-батькові)

_____ (підпис)

Київ 2021

Міністерство освіти і науки України
«Київський Національний університет імені Тараса Шевченка»

Факультет інформаційних технологій
Кафедра мережевих та інтернет технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

завідувач кафедри
мережевих та інтернет технологій
_____ Ю.В. Кравченко

«_____» _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Здобувачу вищої освіти

_____ **Кобильчуку Микиті Андрійовичу**
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи:

«Побудова сенсорної мережі розумного будинку»

затверджена на засіданні кафедри МІТ «_» ___ 2021 р. протокол № _

2. Термін здачі закінченої роботи

«_» ___ 2021р

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що їх потрібно розробити, обсяг – 35-40 стор.)

1. Автоматизація розумного будинку та безпроводні сенсорні мережі

2. Основні принципи побудови сенсорної мережі

3. Побудова сенсорної мережі розумного будинку

5. Перелік графічного матеріалу ___ слайдів

Дата видачі завдання _____

Керівник роботи _____

Доцент кафедри мережевих та інтернет технологій
к.т.н. О.Ю. Герасименко

(підпис)

(посада, прізвище, ім'я, по батькові)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

(прізвище, ім'я, по батькові)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Номер	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Підготовчий	28.01.21	
2	Розділ 1	01.03.21	
3	Розділ 2	01.04.21	
4	Розділ 3	01.05.21	
5	Доповідь та слайди	25.05.21	
6	Пояснювальна записка	30.05.21	

Здобувач вищої освіти _____ Кобильчук Микита Андрійович
(підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник _____ (прізвище, ім'я, по батькові)

Міністерство освіти і науки України
«Київський Національний університет імені Тараса Шевченка»

Факультет інформаційних технологій
Кафедра мережевих та інтернет технологій

ПОДАННЯ
ГОЛОВІ ДЕРЖАВНОЇ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ
ЩОДО ЗАХИСТУ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

Направляється студент М.А. Кобильчук до захисту бакалаврської роботи
(прізвище та ініціали)
за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
(шифр і назва спеціальності)
на тему: «Побудова сенсорної мережі розумного будинку».
Бакалаврська робота і рецензія додаються.

Декан факультету _____ В.Є. Снитюк
(підпис)

Довідка про успішність

Кобильчук М.А. за період навчання на факультеті інформаційних технологій,
(прізвище та ініціали студента)
з 2017 року до 2021 року повністю виконав навчальний план за спеціальністю 172
«Телекомунікації та радіотехніка», з таким розподілом оцінок за:
національною шкалою: відмінно _____%, добре _____%, задовільно _____%;
шкалою ECTS: A _____%; B _____%; C _____%; D _____%; E _____%.

Методист факультету _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Висновок керівника бакалаврської роботи

Студент (ка) _____

Перелік використаних джерел свідчить про вміння студента розбиратись в наукових питаннях та застосовувати їх при дослідженнях. Під час виконання бакалаврської роботи _____ показав відмінну теоретичну та практичну підготовку, знання матеріалу, вміння вирішувати самостійно питання і робити висновки. Роботу виконував уважно, сумлінно, акуратно.

Все це дозволяє оцінити виконану бакалаврську роботу студента _____ на оцінку «_____» та присвоїти йому кваліфікацію _____.

Керівник роботи _____
(підпис)
“_____” _____ 2020 року

Висновок кафедри про бакалаврську роботу

Бакалаврську роботу розглянуто. Студент М.А. Кобильчук допускається до захисту
(прізвище та ініціали)
даної роботи в Державній екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри мережевих та інтернет технологій _____ Ю. В. Кравченко
(підпис) (прізвище та ініціали)
“_____” _____ 2020 року

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 75 с., 21 рис., 4 табл., 21 джерело.

Об'єкт дослідження: системи дослідження розумного будинку на основі сенсорних мереж

Предмет дослідження: процес проектування бездротових сенсорних мереж за допомогою Cisco Packet Tracer

Мета роботи: дослідження бездротових сенсорних мереж, принципи побудови, роботи.

Методи дослідження: системний підхід, порівняльний аналіз, статистичний аналіз, аналітичний аналіз, моделювання сенсорних мереж.

У ході роботи було проведено аналіз основних принципів виявлення раннього виявлення надзвичайних ситуацій.

Обґрунтовано переваги вибору технологій сенсорних мереж у сучасному середовищі.

Був проведений аналіз основних технологічних рис безпроводових сенсорних мереж: протоколи передачі даних, архітектура сенсорних вузлів, структура сенсорної мережі.

В даній роботі представлена взаємодія бездротових сенсорних мереж з мережами зв'язку загального призначення, створеної на базі різних стандартів, протоколів і технологій, таких як: ZigBee, 6LoWPAN, DigiMesh стандарту IEEE 802.15.4: Bluetooth стандарту IEEE 802.15.1, WiFi стандарту IEEE 802.11

Дипломна робота включає Проведення досліджень впливу лісової рослинності, а також полум'я на особливості розповсюдження, в даних середовищах, радіохвиль стандарту IEEE 802.11 в частотному діапазоні 2,4 ГГц.

Практична частина даної роботи розроблена за допомогою програми Cisco Packet Tracer, були змодельовані наступні схеми використання сенсорних датчиків:

- Установка детектора руху та камери спостереження з використанням віддаленого сервера та мережевого комутатора за допомогою безпроводного підключення
- З'єднання детектора диму, сирени та воріт у випадку надзвичайної ситуації, можливість слідкування за ситуацією за допомогою смартфона
- Установка пожежного спринклеру, детектора диму та пожежі за допомогою мікроконтролера, запрограмованого мовою Python
- Розробка ІоЕ проекту з'єднань Інтернет-провайдера, клієнтів для модему та 3G/4G

Результати здійснених у дипломній роботі досліджень можуть бути використані у сфері проектування приватних та корпоративних об'єктів з

метою покращення збору інформації про навколишнє середовище, запобігання виникнення надзвичайних ситуацій та усунення їх наслідків.

Ключові слова: БЕЗДРОТОВА СЕНСОРНА МЕРЕЖА, НАДЗВИЧАЙНА СИТУАЦІЯ, IEEE 802.11, IEEE 802.15.1, IEEE 802.15.4, WI-FI, ZIGBEE, BLUETOOTH

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗУМНОГО БУДИНКУ ТА БЕЗПРОВІДНІ СЕНСОРНІ МЕРЕЖІ.....	10
1.1 Система автоматизації будинку	10
1.2 Можливості інтелектуальних будинків	11
1.2.1 Простота в управлінні.....	11
1.2.2 Ефективне використання ресурсів та енергії.....	11
1.2.3 Клімат-контроль	12
1.2.4 Функціональна сумісність	13
1.2.5 Керування освітленням в приміщенні.....	13
1.2.6 Безпека	14
1.2.7 Недоліки інтелектуалізації будинків.....	16
1.3 Безпроводні сенсорні мережі.....	17
1.3.1 Історія розвитку БСМ	18
1.3.2 Сенсорні мережі в сучасному світі.....	19
ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 1.....	22
2 ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ	23
2.1 Поняття сенсорних мереж	25
2.2 Вузли бездротової сенсорної мережі	27
2.3 Датчики БСМ.....	29
2.3.1 Основні параметри датчиків	31
ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 2.....	32
3 ПОБУДОВА СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ РОЗУМНОГО БУДИНКУ	34

3.1 Вибір середовища побудови мережі	34
3.2 Визначення макета середовища для побудови мережі	34
3.3 Аналіз та вибір пристроїв для побудови мережі	36
3.4 Підключення та налаштування “розумних” пристроїв	40
3.5 Керування процесами.....	41
3.6 Налаштування мікропроцесора SBC	42
ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 3.....	44
ВИСНОВКИ	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:.....	47

ВСТУП

Актуальність теми дослідження.

Сьогодні існує безліч різних систем і протоколів, призначених забезпечити повну автоматизацію будинків, будинків або квартир. Існує більше двадцяти технологій, спрямованих на створення так званого «розумного будинку». Сюди входять деякі категорії та підкатегорії, такі як системи відеоспостереження, для вентиляції, опалення, кондиціонування повітря, розваг, централізовані та розподілені системи тощо. Об'єктом дослідження став так званий "інтелектуальний дім". Хай-тек у всіх його проявах міцно зайняв своє місце в нашому житті, і одним із його проявів у повсякденному житті є система розумного будинку.

Сьогоднішній світ потребує постійного обміну інформацією від систем зв'язку, щоб вона вчасно та якісно передавал певні накази та розпорядження, щоб без перебоїв забезпечувати управління. Щоб так і було, ці засоби зв'язку мають конкретно відповідати тим вимогам та обставинам, які характерні для нашого часу.

Як приклад можна взяти сенсорну мережу для рішення певних проблем. Впровадження бездротової сенсорної мережі дозволяє керувати пристроями дистанційно, виявляти розміщення людей на певній території, контролювати їх переміщення по великій території, може моніторити екологічний стан навколишнього середовища, прогноз погоди, а головне - запобігає витратам серед власного складу під час виконання завдань завдяки багатьом сенсорам та датчикам. Сьогодні чим краще та вище технології - тим більше зростає потреба в сенсорних мережах.

Метою даної бакалаврської роботи є проведення ретельного аналізу сучасних безпроводних сенсорних мереж, виявлення їх принципів застосування, а також побудова раціональної сенсорної мережі для системи "Розумний будинок". Також під час роботи буде проаналізовано поточний

стан системи «Розумний дім» з обов'язковим змістом огляду концепції систем автоматизації, особливостей та основних аспектів реалізації таких систем. Буде розглянуто теоретичні та методологічні основи систем автоматизації будинків.

1 АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗУМНОГО БУДИНКУ ТА БЕЗПРОВІДНІ СЕНСОРНІ МЕРЕЖІ

1.1 Система автоматизації будинку

Протягом всієї історії людського розвитку простежується тенденція робити навколишнє середовище більш комфортним і безпечним для життя людей. Для досягнення цієї мети в багатьох сферах життя потрібно робити збір даних з великої кількості датчиків, щоб забезпечити реакцію на виявлення та / чи фіксування якоїсь події, де та коли б вона не відбувалася. Наприклад, щоб забезпечити комфорт у квартирі чи в офісі, потрібно фіксувати присутність людини, регулювати та контролювати зміну температури, вмісту кисню, вологості, світло і використовуючи ці дані, управляти різними пристроями, включати / виключати світло, змінювати інтенсивність обігрівача та регулювати його потужність, контролювати зволожувач і т. д.

Саме поняття «Smart home» почало широко використовуватися в Америці. У 70 роках пройдешого сторіччя компанії Leviton і X10 розробили технологію управління побутовими електроприладами. Дана технологія була дієвою при частоті 60 Гц і напрузі мережі 110 В, через це в Росії її недоцільно було застосовувати.

Принцип системи автоматизації будівлі передбачає спільне використання програмно-апаратних засобів, за рахунок яких значно зростає ефективність роботи і надійність управління всіх систем і пристроїв, які забезпечені датчиками або підключені безпосередньо до головного пристрою.

Важливою особливістю систем автоматизації, є, то що людина може однією командою змінювати навколишню ситуацію в будинку, а автоматика відповідно до зовнішніх та внутрішніх умов задає і регулює режими роботи всіх контрольованих систем і електроприладів. Це дає можливість відмовитися від використання дистанційних пультів управління, безлічі вимикачів, окремих блоків управління кліматичними установками або відеоспостереження і так далі.

1.2 Можливості інтелектуальних будинків

Концепція інтелектуальної будівлі надає безмежні можливості для його власника, розглянемо основні з них.

1.2.1 Простота в управлінні

Одне з головних досягнень системи автоматизації будинку - це зручність і легкість управління різним устаткуванням і системами, об'єднаними в єдине ціле.

Для моніторингу за системою і управління нею може використовуватися, як центральний головний пристрій, який знаходиться безпосередньо в будинку, так і портативний пристрій з виходом в інтернет, за допомогою якого можна віддалено контролювати роботу «Розумного будинку».

Панель контролю (локальна або дистанційна), керуюча системою

«Розумний Дім», має широкі можливості управління, так як в одну систему автоматизації зв'язуються різні прилади, такі як системи освітлення, електрична мережа, кліматичні та обігрівальні установки, системи охорони, тощо. Це дозволяє контролювати і змінювати умови комплексно. Ці налаштування визначаються користувачем, виходячи з можливих життєвих ситуацій, і можуть бути налаштовані в будь-який момент.

Для підвищення зручності використання системи автоматизації будинку можуть включати в себе набір сценаріїв автоматизованої роботи з фіксованими встановленими налаштуваннями.

1.2.2 Ефективне використання ресурсів та енергії

Системи автоматизації можуть допомогти заощадити ресурси і гроші. Важлива міра енергозбереження - централізація управління освітленням з використанням

спеціально розроблених графіків включення і виключення світла. Велику економію коштів і ресурсів можна отримати за рахунок максимального використання природного світла всередині приміщення. Штори або жалюзі можуть бути обладнані сервоприводами, це дозволяє ефективно використовувати природне освітлення. Крім цього, великий ефект дає використання енергозберігаючих ламп, але навіть найбільш економічна лампа, що працює в порожньому приміщенні, стає безглуздим споживачем електроенергії.

Найкращого енергозбереження можна досягти й іншим способом - використанням інфрачервоних датчиків і датчиків освітлення. Інфрачервоні датчики забезпечують автоматичне включення і виключення, в залежності від того знаходиться людина в кімнаті чи ні. Датчики освітлення вимірюють рівень освітленості в приміщенні і при досягненні певного значення, так само як і інфрачервоні датчики, вмикають або вимикають світло. В основі системи енергозбереження також лежить контроль температури. За аналогією зі світлом, регулюється і температура приміщення.

1.2.3 Клімат-контроль

Завдяки використанню систем інтелектуального будинку можна оптимально використовувати системи опалення, роблячи великий внесок в збереження електроенергії та водних ресурсів. Споживання енергії зберігається на мінімальному рівні, необхідному для забезпечення найвищого комфорту. Інтелектуальне управління дозволяє кожній кімнаті мати свою власну температуру, незалежну від зовнішніх умов. Система також може контролювати оптимальну вологість повітря і свіжість повітря. Можна в будь-який момент часу побачити або змінити поточну температуру в обраному приміщенні. Якщо конкретна частина будинку або кімната не заселена, то немає ніякої необхідності, для підтримування комфортної температури, і якщо буде потрібно, то можна віддалено вимкнути опалювальні системи. Контроль температури може

працювати спільно з датчиками рухами і камерами, що дозволяє системі автоматизації будинку автоматично управляти мікрокліматом будинку, без участі людини.

1.2.4 Функціональна сумісність

До недавнього часу системи автоматизації будинку характеризувалися різноманітністю з багатьма пристроями, які повинні взаємодіяти і виконувати ефективно певні завдання. Причиною цього є природа «Розумних будинків». Це розподілена архітектура, якій потрібна певна ступінь сумісності і інтегрованості для управління різнорідними системами, що включають різні платформи. Дані системи розроблялися в ізоляції і склалися з несумісного програмного забезпечення і різної апаратної платформи.

Особливістю сучасних систем автоматизації є здатність пов'язувати різні електронні пристрої разом, щоб вони могли працювати як єдина система. Організація спільної роботи цих пристроїв може бути простою або складною, все залежить від «відкритості» системи автоматизації. Чим більш відкрита система, тим легше буде для електронного обладнання і датчиків «спілкування» один з одним. Для підтримки сумісності між кількома електронними пристроями, виробники систем домашньої автоматизації та побутової техніки часто утворюють партнерські зв'язки, або ж впроваджують універсальні протоколи передачі даних Wi-fi або Bluetooth, а також надають відкритий доступ до керуючих елементів пристрою.

1.2.5 Керування освітленням в приміщенні

Система автоматизації будинку дозволяє налаштувати і керувати колірною гамою на розсуд користувача. Інфрачервоні датчики забезпечують автоматичне перемикання світла. Для забезпечення комфорту в будинку, кожна кімната

повинна бути добре освітлена. Без системи «Розумний Дім» для цього буде потрібно установка великої кількості різних вимикачів, контролерів і реле. Система автоматизації позбавить від цієї необхідності, тому що управління світловими приладами може відбуватися з панелі управління, смартфона або в напівавтоматичному режимі, завдяки інфрачервоним датчикам або датчикам звуку. Крім основних завдань для освітлення, є можливість регулювати рівень яскравості освітлювальних приладів.

Система в автоматичному режимі може вирішити, яке освітлення потрібно встановити в залежності від погоди на вулиці або обстановки в будинку. Це досягається, використанням попередньо встановлених сценаріїв. «Розумний Дім» може імітувати ефект присутності людей, що дає додатковий захист, коли вдома нікого немає.

1.2.6 Безпека

Система автоматизації будинку - це єдина система управління і контролю комфортом, безпекою будинку та його мешканців. Вона контролює не тільки цілісність інженерних систем, але збереже будинок від візиту непроханих гостей. Системи безпеки можуть виконувати такі функції:

- запобігання надзвичайним ситуаціям, що загрожують матеріальному майну і здоров'ю людини; витоків води і газу, загоряння, пробой в електропроводці і т.д. ;
- контроль цілісності периметра;
- імітацію присутності;
- контроль доступу в приміщення;
- відеоспостереження за будинком і прилеглою територією, отримання картинки з будь-якої камери відеоспостереження через інтернет або панель контролю;
- можливість виклику позавідомчої охорони;
- отримання зображення з будь-якої камери відеоспостереження через інтернет.

Причиною серйозних матеріальних втрат можуть стати загоряння, несправності в системах водопостачання і неналежна охорона. Система автоматизації будинку призначена для забезпечення безпеки і запобігання надзвичайним ситуаціям.

Провідні та безпровідні датчики контролюють стан охоронюваних зон. В якості таких датчиків можуть виступати:

- магнітоконтатні датчики (геркони) - використовується для контролю проникнення в приміщення через двері або вікна;
- датчики руху - пристрої, основне завдання яких полягає у своєчасній фіксації факту руху для автоматичного виконання якої-небудь дії;
- датчики задимленості, вогню, температури - призначені для виявлення займань, що супроводжуються появою диму, світлових спалахів або підвищеної температури в приміщеннях;
- датчик рівня і наявності витоків води - з їх допомогою вимірюють рівень і наявність води. Вони можуть працювати на механічному, гидростатическом, електричному, магнітному або оптичному принципі.
- датчик витоку газу призначений для попередження про наявність в повітрі побутового газу, а також деяких інших горючих газів.

Крім перерахованих вище датчиків, можуть використовуватися і інші, в залежності від потреб замовника і специфіки будинку або квартири.

Залежно від типу сигналу датчики викликають відповідну реакцію керуючої системи. Наприклад, якщо датчик зафіксував загрозу виникнення пожежі, то система сповістить всіх присутніх в приміщенні і передасть інформацію на пожежну станцію. Так само будуть включені системи пожежі гасіння (звичайно якщо ними обладнаний будинок), припинено доступ свіжого повітря, що сприяє утворенню полум'я, перекритий газ, а за потреби - відключено електрику. У разі несанкціонованого доступу в приміщення система передає сигнал на пульт позавідомчої охорони і повідомлення господареві, включає звукову та світлову сигналізацію.

Протікання води здатні завдати матеріальної шкоди не тільки господарям, а й сусідам. Для запобігання надзвичайним ситуаціям, пов'язаним з витокami води,

використовуються системи контролю витоків, які включають в себе датчики рівня і наявності води. Дані датчики встановлюються в місцях з'єднання водопровідних труб, сантехніки, побутових приладів. Для того, щоб автоматизована система могла регулювати подачу води, між ручними вентилями встановлюються магнітні клапани або сервоприводи. У разі виявлення вологи і певного рівня води на підлозі, датчики подають інформацію головному пристрою, який в свою чергу перекриває подачу води, запобігаючи затопленню приміщення.

1.2.7 Недоліки інтелектуалізації будинків

Недоліки “Розумних будинків” так само важливі, як переваги. Першим, і найважливішим недоліком є ціна обладнання та його установки. Цей аспект багато разів перекидає витратами весь ефект від комфорту і економії ресурсів, позначених в перевагах. Якщо порахувати економію від використання системи автоматизації, то термін окупності виходить просто фантастичним. Так само варто зазначити, що при виході з ладу частини системи, витрати на відновлення працездатності системи можуть виявитися недоцільними.

Другий недолік з'являється при монтажі і установці системи «Розумний Дім». Для функціонування всіх підсистем, пристроїв і датчиків необхідна прокладка електропроводки для їх з'єднання. Звичайно, можна використовувати датчики, які мають управління по радіоканалу, але при цьому вартість системи багаторазово збільшиться. Якщо система впроваджується в старий будинок, то необхідно повністю переробити системи водопостачання, опалення, кондиціонування і вентиляції, а також замінити всю електропроводку та встановити все необхідне обладнання, можливо, доопрацювати вікна, двері, жалюзі або штори, встановивши на них електропривод. Фактично потрібно зруйнувати свій будинок, щоб побудувати його заново.

Третім недоліком є відведення окремого місця під обладнання. Для коректної роботи всієї системи необхідно використання стабілізаторів напруги для

контролю від стрибків напруги і короткого замикання в мережі. Крім цього, для автономного забезпечення цілісності інженерних систем і охоронних функцій слід використання резервного джерела живлення, такого як акумуляторні батареї або генератор, які також вимагають відведення певного місця.

1.3 Безпроводні сенсорні мережі

Для того, щоб всі потрібні процеси відбувалися самі по собі, потрібно обмінюватися інформацією між усіма задіяними пристроями. Тобто необхідно створити єдину мережу сенсорів (датчиків) і регулюючих механізмів, часто випадковим чином розподілених в просторі. Звісно, звичну дротову мережу можна використовувати для вирішення лише неширокого кола таких проблем в обмеженому просторі. Для прикладу, для пристосування дворів до мінливих умов це абсолютно не вигідно зі зрозумілих причин: така мережа вийде дорогою, енергоємкою, трудомісткою в обслуговуванні, буде непридатна для мінімізації і матиме фіксовану топологію на етапі проектування і монтажу.

Бездротова мережа дозволить уникнути таких обмежень. Так, наприкінці 20 століття Крістофер Пістер, професор електромеханіки та інженерії Каліфорнійського університету в Америці, сформулював концепцію «Розумна пил». Це система, що складається з будь-якого кінцевого набору електромеханічних мотів або пилинок (з англ. mote), що вміють створювати обмін інформацією в будь-якій конфігурації в просторі. Реалізація цієї концепції на практиці пізніше привела до утворення БСМ - бездротових сенсорних мереж, які часто називають просто - «сенсорні мережі» [3].

1.3.1 Історія розвитку БСМ

Проблема створення бездротових сенсорних мереж в сучасному світі є відносно новою і на даний момент все ще формується комплексним дослідницьким і технологічним напрямом. Як і в будь-якій іншій складовій області наукового прогресу, створення БСМ базується на кількох передумовах. Деякі з них згадані на початку розділу. Це поняття «розумний пил», або smart dust, «Інтернет-речей», або таке поняття, яке ми знаємо як “Internet of things”, також включає в себе себе створення бездротових мереж персональних мереж для обчислення (Wireless Personal Network), систем ідентифікації радіочастот (Radio Frequency Identification), мікроелектромеханічних систем (Micro-Electro-Mechanical Systems) [20].

На сьогоднішній день безпосередніми прототипами теперішніх безпроводних сенсорних мереж можна також вважати деякі розподілені військові та технічні системи, створені воєнними вченими в 1970-1980 роках, такі як система СОСУС (Sound Surveillance System). Ця надвелика система звукового регулювання, керування та спостереження біла розроблена для визначення та ідентифікації радянських субмарин, нарівні із звичайними системами, включала нілролокаторний буй, який скидався в районі акустичного пошуку з героконтерів НАТО і передавав дані своїх спостережень в центр обробки інформації

Своєрідною віхою розвитку та еволюції в історії безпроводних сенсорних мереж став 2003 рік, коли вийшла в маси найперша версія стандарту коли вийшла в маси найперша версія стандарту IEEE 802.15.4. Таким чином, історію БСМ можна розділити на два основних етапи:

- Перший - до першої версії IEEE 802.15.4;
- Другий - модифікація IEEE 802.15.4 і оснований на ньому БСМ [22].

1.3.2 Сенсорні мережі в сучасному світі

Для правильного розуміння та чіткої класифікації сенсорних мереж потрібно виділити кілька основних особливостей безпроводних сенсорних мереж, для прикладу таких як: середовище зміни даних, їх мобільність, організована та контрольована передача цих даних, середовище даних, їх мобільність, середовище та параметри моніторингу, обсяг. Розрізняють мережі ще за принципом мобільності - на мобільні (рухомі), стаціонарні, сенсорні.

Загалом вибір цієї мережі залежить безпосередньо від області застосування.

Яскравим прикладом може слугувати стаціонарна сенсорна мережа - «Розумний дім». Передача даних в цій мережі буде здійснюватися через відокремлену мережу до датацентру. Як основу можна взяти вже існуючу телекомунікаційну мережу, мережу електропостачання чи бездротову мережу.

На сьогоднішній день сенсорні мережі лише розпочинають отримувати поширення в цивільному житті. Вони вміщують в себе екологічний моніторинг, охорону здоров'я, контроль над об'єктами руху в космосі і багато іншого.

Можливість роботи безпроводної сенсорної мережі в складних умовах мережі в складних умовах, відсутність банального провідного зв'язку та й до того ж мінімальний розмір сенсорних ж мінімальний розмір сенсорних девайсів роблять технології сенсорної мережі дуже практичними та гнучкими, ну й звісно - привабливими для глобальнішого впровадження [22].

Ці нюанси мають вирішальне значення при виборі варіанту створення нової мережі або розгортання системи мереж, заснованих на сенсорній технології, а не на реальній. Завдяки великій кількості взаємопов'язаних інтелектуальних датчиків і інтерфейсів даних, ця технологія чітка при налагодженні і має поліпшені робочі параметри, що дозволяють виділити сенсорні мережі як дуже високоефективні і перспективні рішення для систем збору різних даних, етапів дистанційної діагностики та інформаційного обміну.

Сенсорна мережа керується шлюзом, який може бути вставлений між головними елементами системи. Модуль систем керування обробляє та зберігає

інформаційні дані в базі, а при необхідності реагують на події відповідно до параметрів алгоритму дій, записаними в базі даних систем управління сенсорними мережами. Як приклад, при регульованих об'єктів з датчиків йде сигнал, після чого відповідний модуль управління включає локальну сигналізацію і відправляє відповідний тривожний сигнал до пожежної служби [1].

Варто відзначити - усі рухомі дані передаються відносно маленькими пакетами. Таке характерно для передачі сигналу моніторингу та керування в сенсорних системах. Ще одна важлива особливість стандарту - стовідсоткове отримання підтвержень щодо успішної доставки повідомлення.

Згідно офіційному документу, розробленим для цього стандарту, IEEE 802.15.4 повинен контролювати постійний діапазон з'єднання, більший, ніж стандарт Wi-Fi. При цьому споживання енергії має бути доволі нижче через низьку швидкість передачі інформації. Робота кожного також повинна бути забезпечена основними компонентами мережі в реальному часі і з використанням тимчасових інтервалів.

Особливістю цього стандарту 802.15.4 є той факт, що була запропонована спеціальна робота 2 рівнів моделі OSI - фізичного рівня та канального рівня. З усього можливого функціоналу та сотні алгоритмів, що виконуються кожним рівнем OSI, фізичний рівень контролює спосіб передачі даних в сенсорній мережі, а також регулює організацію зв'язку і вибір параметрів обладнання, необхідних для підтримки з'єднання. Крім того, фізичний рівень виконує функції керування, функції приймача, вибирає канали, керуючі сигнали і контролює рівень потужності під час передавання [14].

Що стосується канального рівня OSI, стандарт IEEE 802.15.4 визначає механізми логічного, структурного поєднання мережевих елементів на фізичному рівні для контролю формування шматків даних, відомих як "кадри", аналізу та виявлення можливих помилок і можливості відправки згенерованих кадрів на мережевий рівень. У той же час протокол MAC (управління доступом до середовища) канального рівня OSI виконує регулювання масового доступу до фізичного простору з тимчасовим поділом, контролює з'єднання трасувальників та забезпечує контроль над безпекою БСМ.

Існує 2 абсолютно різних види мереж зв'язку. Першій заснований на підтримуючій фізінфраструктурі, яка надає необхідні послуги для зв'язку з клієнтами, такі як маршрутизація. Тут включено такі мережі як традиційна телефонна система, мобільний зв'язок, Internet, система пошти та одностороння телевізійна система. Тут робота мережі приймає на себе цільові процеси, які ясно відокремлені від мережевих клієнтів, що регулюють кінцеві пристрої для користування мережевих служб. Сенсорна мережа, заснована на цій парадигмі, заснована на базових станціях, які пропонують інфраструктуру для використання сенсорних вузлів .[2].

Базова станція - це пристрій з великою кількістю ресурсів і має більший радіус дії, ніж у звичайного датчика. Кожен вузол зазвичай має пряме з'єднання з базовою станцією і обмінюється даними виключно з цією базовою станцією. Прямого обміну даними між вузлами не проходить. Можливе виключення повторної передачі повідомлень від імені вузла, за винятком діапазонів БС базових станцій. Необхідне якісне контролювання всієї сенсорної мережі, щоб мінімізувати кількість базових станцій при отриманні повного покриття.

Другий вид сенсорної мережі працює самостійно, без підтримок інфраструктури. Відсутні виділені пристрої або установки, що підтримують мережевих клієнтів. Замість цього всі послуги робляться безпосередньо клієнтом на однаковому рівні доступу. Співпраця між клієнтами потрібна для існування правильного та чесного використання ресурсів один одного [3]. Прикладами таких мереж є накладені однорайгові мережі, спеціальні бездротові системи та аматорські станції радіо. Сенсорні мережі, засновані на цьому алгоритмі, легше відрегулювати, ніж попередній тип.

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 1

У даному розділі описано ключові відомості про сенсорні мережі та сенсорні датчики - їх основні складові. Наведено приклади основних причин використання сенсорів, а також їх розподілення.

Проведено аналіз стану сенсорних мереж сучасності, в яких стоїть на меті ретрансляція повідомлень та забезпечення зв'язку в середовищах, що є небезпечні чи несприйнятні для життя та здоров'я людини. Виявлено, що бездротові сенсорні мережі (БСМ) - це найліпший варіант застосування сенсорних датчиків.

2 ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ

Бездротові сенсорні мережі (БСМ) - це самостійно організовані мережі, що складаються з багатьох бездротових сенсорних вузлів, розміщених у просторі та призначених для контролювання характеристик середовища навколо та регулювання деякими розміщеними в ній об'єктами [26]. Простір, що охоплюється цією мережею, називається "сенсорне поле". Вузли бездротових датчиків - це мініатюрні пристрої з обділеними атрибутами: зарядом акумулятора, об'ємом внутрішньої пам'яті, потужністю і тощо [4]. Самостійно організована мережа - та мережа, де кількість вузлів є випадковою величиною в будь-який час, що варіюється від 0 до якогось значення N_{max} . Прив'язки, які з'являються між вузлами в таких системах, також ненадійні в часі, створені для довільної мети або передачі даних в мережу зв'язку масового використання або в другі види мереж. БСМ потрібна насамперед там, де прокласти кабелі неможливо з економічних, технічних або інших причин [16].

Переваги БСМ:

- здатність до відновлення та організації себе;
- можливість передачі інформаційних даних на великі відстані, від пари метрів до багатьох кілометрів, з малою потужністю пристрою передавання (за допомогою ретрансляції повідомлень);
- мала ціна вузлів та їх маленький розмір;
- невисоке споживання енергії та можливість електропостачання від інших джерел;
- легкість встановлення, відсутність потреби прокладати дроти чи кабелі (завдяки відповідній технології та насиченню від акумулятора);
- можливість встановлення таких мереж на об'єкт, що вже існує та експлуатується, без організації додаткових клопотань;
- низькі витрати на обслуговування.

Компоненти бездротової сенсорної мережі

Датчики, що є джерелами даних в сенсорній мережі, служать передавачем між усіма процесами, що відбуваються в середовищі навколо, і надаванням цих процесів в електронній формі результатів датчиків.

Stock - це пристрій для зберігання даних. Це специфічний вид мережевого компонента, що бере інформацію з датчиків та контролює агрегацію. Від його розподілення в більшій мірі залежать ключові атрибути БСМ, наприклад, споживана потужність, час існування мережі, практична кількість недійсних вузлів.

При передаванні інформації на базову станцію може бути використана інша кількість вузлів. Протокол, завдяки якому працює БСМ, працює над побудовою маршруту передавання інформації. Аналогічний підхід використовується для маршрутизації в комп'ютерних мережах.

На даний час велика кількість досліджень в області БСМ напрямлена на побудову протоколів, що можуть визначати маршрути передавання інформації, оптимальні по споживанню та потужності, терміну служби та іншим факторам, потрібним задля визначених цілей [23].

БСМ за типом архітектури розділяють на такі:

- багаторівнева;
- кластерна;
- сенсорні вузли з рухомим стоком;

Принцип дії БСМ аналогічний алгоритму локальної системи. Штатна або базова станція відправляє бродкастовий, або ширококомовний, пакет по всій мережі. Кожен вузол системи додає до таблиці маршрутизації свою адресу, з якого було взято це повідомлення. До того ж додані ID, рівень заряду батареї, кількість проміжних хопів (переходів) [7]. Важливим атрибутом є рівень заряду батареї, тому що від нього залежить енергетичний баланс всієї системи. Кожий вузол транслює дані про батарею тим що поруч. Ось так всі вузли “в курсі” про число переходів та енергоспоживання інших вузлів [22].

Stock працює над зміною вузлових таблиць завдяки ретрансляції при зміні кількості елементів системи.

На даний момент вузли БСМ потрібні лише для збору інформації про те, що відбувається навколо, і передаванні їх на девайс обробки даних.

Вже є готові системи на базі БСМ, такі як система обліку водопостачання, система керування теплом, система обліку електрики, система охорони труда та інші системи контролю активності організацій та підприємств.

БСМ для промисловості заснована на вузлах передавання інформації, що можуть бути підключені до сенсорів, які займаються міркою показників. Вузли передавання інформації беруть свідчення від сенсорів та надсилають їх в систему для доробки чи обробки, тому вони є передавачами між даними, що відображають пакети про стан, і системою, яка змінює ці пакети, нехай для прикладу - підвищує температуру в будинку. Звичайний комплект мережевих складових включає: вузол ретрансляції даних, сервер, координатор [25].

2.1 Поняття сенсорних мереж

Визначимо основні з них.

Сенсор (англ., sensor). У найширшому визначенні сенсор- це пристрій, модуль, машина або підсистема, метою яких є виявлення поій або змін у навколишньому середовищі та передача інформації до іншої електроніки, часто до процесора комп'ютера. Датчик завжди використовується з іншою електронікою [25].

Датчик (англ., transducer) — це пристрій, який вимірює фізичні величини і перетворює їх у сигнали, які можуть зчитувати спостерігачі або прилади. Тобто, сенсор також є датчиком, що перетворює фізичну інформацію в електричну, і передається певному контролеру чи обчислювальній системі задля подальшої обробки [25].

Актуатор (англ., actuator) — пристрій виконання, який відгукується на сигнал, що прийшов для зміни об'єкта, що керується. То є складова всієї машини, яка переміщає та/або управляє один елемент або всю систему. Якщо говорити звичною нам мовою - це “двигун”. Актуатор може коректно працювати, коли є сигнал управління та джерело енергії. [24].

Сенсорний вузол (англ., sensornode) — це девайс, що має розрахункові та дротові чи бездротові мережеві властивості та включає в себе хоча б один сенсор. Цей пристрій може обробляти велику кількість даних, збирати дані датчика з навколишнього середовища та поєднуватися з іншими сенсорними вузлами [24].

Сенсорна мережа — це система логічно розташованих сенсорних вузлів, що мають між собою певний зв'язок та взаємодіють з іншими мережами для передачі запитів, обробки та надання інформації, що сприймає від фізичного світу і чекає на відповідну реакцію на цю інформацію. Тобто сенсорна мережа має в собі активатори, датчики та сенсорні вузли. Основними областями впровадження сенсорних мереж є регулювання певних параметрів фізичного середовища та об'єктів, а також керування такими об'єктами [28].

Приклади сенсорних мереж:

- усюдипроникаючі сенсорні мережі (Ubiquitous Sensor Network, USN)
- транспортні мережі (Vehicular Area Network, VANET)
- муніципальні мережі (Home Area Network, HANET)
- медичні мережі (Medicine Body Area Network (services), MBAN (S))

При роботі сенсорних мереж можуть виконуватися такі дії (рисунок 2.1)

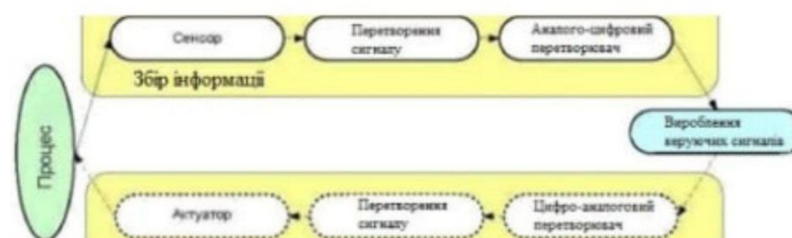


Рисунок 2.1 - Управління в сенсорних мережах

Мережа сама по собі будує найдоцільніший маршрут руху інформаційних потоків (рисунок. 2.2).

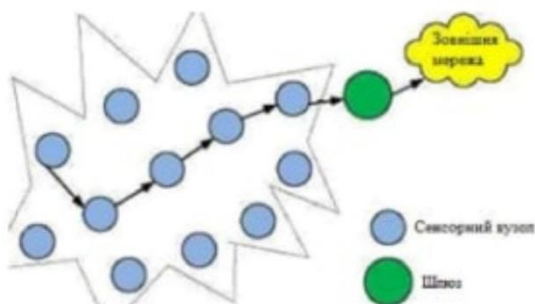


Рисунок 2.2 - Маршрутизація даних в мережі

2.2 Вузли бездротової сенсорної мережі

Головна функція вузлів — послідовно передавати один одному дані, так щоб кожний наступний крок передачі був менш затратний енергетично і наближався до базової станції.

Апаратна частина вузла бездротової сенсорної мережі може бути ділена на такі наступні такі чотири підсистеми (рисунок 2.3) - комунікаційна підсистема, обчислювальна підсистема, сенсорна підсистема, система живлення [27]

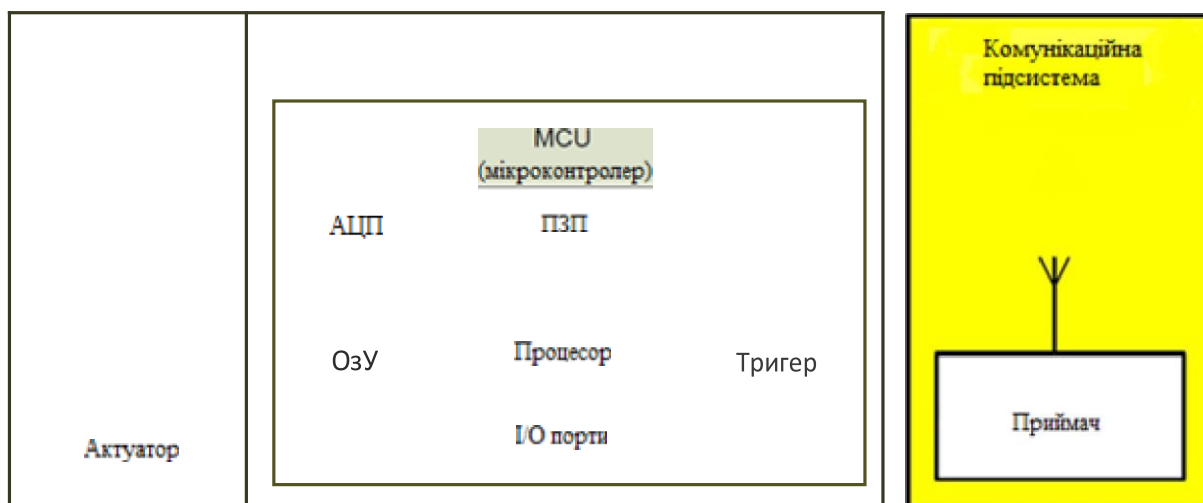


Рисунок 2.3 - Вузол безпроводної сенсорної мережі

“Харчування” сенсорного вузла здійснюється зазвичай від невеликого акумулятора.

Типова архітектура БСМ включає три типи вузлів:

- координатор;
- маршрутизатор;
- кінцевий вузол.

На рисунку 2.4 видно як виглядають зовнішньо сенсорні вузли



Рисунок 2.4 - Зовнішній вигляд сенсорних вузлів

2.3 Датчики БСМ

Досить часто можна побачити й інші назви датчиків: сенсор, детектор, рецептор вимірювальний перетворювач, давач, вимірювач, чутливий елемент, зонд.

Датчик (рисунок 2.5) має в собі перетворювач неелектричних величин в електричні сигнали (ПНВЕС) та чутливий елемент. Поміж чутливим елементом та перетворювачем доволі часто включається передавально-розмножувальний механізм, потрібний для покращення чутливості датчика. Багато датчиків забезпечуються посиленними схемами, які виконують ті ж функції [18].



Рисунок 2.5 - Будова простого датчика

Розрізняють три типи датчиків:

- аналогові датчики (створюють аналоговий сигнал);
- цифрові датчики (генерують двійковий код);
- Сигнальні, або бінарні, або двійкові датчики (виробляють сигнал тільки двох рівнів: (0/1)).

Однак для IoT можна брати тільки цифрові та сигнальні датчики. При цьому будова датчика буде складнішою (рисунок 2.6), бо він отримує деякі smart-властивості.

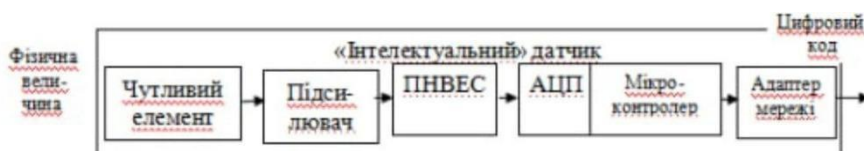


Рисунок 2.6 - Будова “інтелектуального” датчика

Часто приходиться організувати вимірювальні системи (рисунок 2.7). Це коли один мікроконтролер працює з кількома датчиками. В такому випадку потрібен адресний розподіл кожного вимірювального елемента.

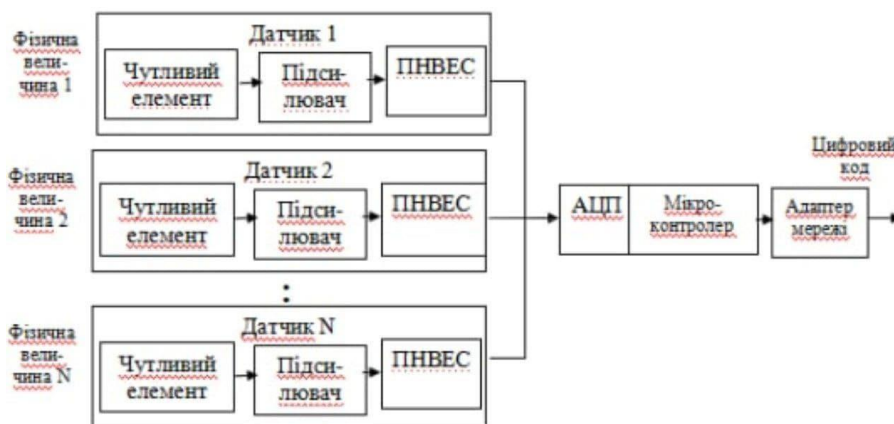


Рисунок 2.7 - Побудова вимірювальних схем

2.3.1 Основні параметри датчиків

Перейдемо до розгляду деяких характеристик датчиків. Вище зазначалося, що датчик можна вважати перетворювачем вимірюваної величини $x(t)$ у вихідний сигнал $s(t)$.

У динамічному режимі $x(t)$ і $s(t)$ безупинно змінюються, і зв'язок між ними визначається диференціальним рівнянням, отриманим на основі фізичного принципу і схеми датчика:

$$f_1 [s^{(n)}, s^{(n-1)}, \dots, s] = f_2 [\lambda^{(m)}, \lambda^{(m-1)}, \dots, \lambda]. \quad (I.I)$$

У сталому (статичному) режимі вимірювання всі похідні x і S обертаються в нуль і диференціальне рівняння переходить в алгебраїчне рівняння, що визначає статичну характеристику датчика,

$$f_1 (s) = f_2 (\lambda)$$

або

$$s = f (\lambda).$$

Тому прийнято виділяти статичні і динамічні характеристики датчиків.

Чутливість (sensitivity) датчика визначається як відношення величини зміни вихідного сигналу до одиничної зміни вхідної величини

$$S = \lim_{\Delta \lambda \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta s}{\Delta \lambda} \right) = \frac{ds}{d\lambda}.$$

Роздільна здатність (resolution) – це найменша зміна вимірюваної величини, котра може бути зафіксована і точно показана датчиком.

Точність (accuracy) визначає різницю між вимірюваною і дійсною величиною; вона може стосуватися датчика в цілому або конкретного його показника.

В процесі перетворення параметра λ в сигнал s виникають різні похибки, які складаються з методичних, динамічних та інструментальних похибок. У приладобудуванні точність датчиків оцінюють за допомогою приведеної відносної похибки, яка дорівнює відношенню абсолютної похибки до абсолютної величини діапазону вимірювання:

$$\varepsilon = \frac{\Delta \lambda}{L_{\lambda}} \quad \text{или} \quad \frac{\Delta s}{L_s} .$$

Лінійність (linearity) не описується аналітично, а визначається виходячи з градаційної кривої датчика. Статична градаційна крива показує залежність вихідного сигналу від вхідного при стаціонарних умовах. Наближення цієї кривої до прямої лінії і визначає ступінь лінійності.

Статичне підсилення (static gain) чи підсилення по постійному струму (d.c. gain) – це коефіцієнт підсилення датчика на дуже низьких частотах [13].

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 2

У цьому розділі було розглянуто основи безпроводних сенсорних мереж, її історію розвитку, основні поняття та складові. Також ми проаналізували кілька різних типів датчиків і кінцевих точок, використовуваних при розгортанні IoT. “Інтернет речей” не просто підключає пристрій до Інтернету, хоча це ключовий момент, але суть IoT полягає в підключенні аналогового світу до цифрового. Пристрої і компоненти, які раніше не підключені до світової мережі, тепер мають можливість ділитися зібраною інформацією з зовнішнім світом. Це грандіозно, оскільки тепер з'явилася можливість проводити вимірювання, які раніше ніколи не проводилися. Можливість відстежувати і сприймати зовнішній світ неминуче веде до збільшення ефективності управління, а, отже, і до зростання прибутковості і клієнтської бази.

Датчики дозволяють розумним містам здійснювати зважене, інтелектуальне обслуговування, відстеження активів і аналіз величезного масиву сукупних даних. Питання енергозабезпечення проєктованих систем мають ключове значення, і це повинно бути зрозуміло проєктувальникам. Погано спроектована система енергопостачання призводить до занадто короткому часу автономної роботи системи в цілому, а це тягне за собою істотні витрати на виправлення і доопрацювання.

Таким чином, в IoT датчики є джерелом даних і від їх вибору залежить виконання задачі в цілому.

При виборі датчиків слід враховувати їх точність та відповідність умовам експлуатації системи IoT.

3 ПОБУДОВА СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ РОЗУМНОГО БУДИНКУ

3.1 Вибір середовища побудови мережі

Для побудови сенсорної мережі розумного будинку я обрав програму Cisco Packet Tracer.

Packet Tracer - це симулятор мережі передачі даних, що випускається фірмою Cisco Systems. Дозволяє робити працездатні моделі мережі, налаштовувати (командами Cisco IOS) маршрутизатори і комутатори, взаємодіяти між декількома користувачами (через хмару).

У симуляторі реалізовані серії маршрутизаторів та комутаторів Cisco, а також міжмережевий екран ASA 5505. Бездротові пристрої представлені маршрутизатором Linksys WRT300N, точками доступу і стільниковими вишками. Крім того є сервери DHCP, HTTP, TFTP, FTP, DNS, AAA, SYSLOG, NTP і EMAIL, робочі станції, різні модулі до комп'ютерів і маршрутизаторів, IP-фони, смартфони, хаби, а також хмара, що емулює WAN. Об'єднувати мережеві пристрої можна за допомогою різних типів кабелів, таких як прямі і зворотні патч-корди, оптичні і коаксіальні кабелі, послідовні кабелі та телефонні пари.

Успішно дозволяє створювати навіть складні макети мереж, перевіряти на працездатність топологію мережі. Однак реалізована функціональність пристроїв обмежена і не надає всіх можливостей реального обладнання.

Cisco Packet Tracer доступний безкоштовно для учасників Програми Мережевої Академії Cisco.

3.2 Визначення макета середовища для побудови мережі

Для свого проекту я обрав макет одноповерхового будинку (рисунок 3.1)

В будинку присутні: 6 кімнат, 2 санітарні вузли, гараж, басейн та літня тераса.

Такий макет я вибрав задля того, щоб показати одразу, що, нажаль, розумний будинок на сьогодні - вибір людей з дуже непоганим фінансовим станом.



Рисунок 3.1 - Макет розумного будинку в програмі Cisco Packet Tracer

Також в будинку такого розміру простіше розташувати чималу кількість розумних девайсів, що будуть пов'язані поміж собою та із пристроєм керування (смартфон, планшет, ноутбук тощо).

Нижче на рисунку 3.2 показаний макет будинку з вже побудованою сенсорною мережею smart-пристроїв, яку ми розглядаємо в проєкті.



Рисунок 3.2 - Побудова сенсорної мережі розумного будинку

3.3 Аналіз та вибір пристроїв для побудови мережі

В моїй побудованій системі я використав лише найнеобхідніші пристрої та сенсори, щоб показати, як вони взаємодіють між собою, та щоб уникнути зайвих чи нелогічних зв'язків.

Найперше з усіх - це центральний блок керування Home Gateway (рисунок 3.3). Центральний блок керування є «серцем» розумного будинку і сполучною ланкою для всіх підключених до нього smart-пристроїв.

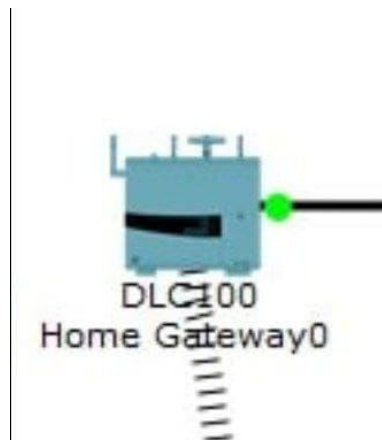


Рисунок 3.3 - Cisco Home Gateway



Рисунок 3.4 - центральний блок керування Cisco

Саме завдяки Home Gateway ми зможемо контролювати та регулювати всі пристрої та налаштовувати їх взаємодію із сенсорами (рисунок 3.4)

Тепер безпосередньо датчики. Я обрав такі датчики, які можуть надавати різноманітні сигнали на кінцеві девайси та відповідно “стимулювати” їх до різної поведінки. Серед моїх сенсорів є такі: датчик руху (motion detector), цифровий сенсор руху (motion sensor) (рисунок 3.5), термостат (thermostat) та датчик виявлення диму (рисунок 3.6).



Рисунок 3.5 - Датчики руху



Рисунок 3.6 - Датчик диму та термостат

Далі на макет я наніс деякі пристрої, які будуть приймати сигнали датчиків та вдаватися до певної поведінки залежно від типу сигналу та даних. Серед наступних розумних пристроїв є такі: smart-двері, smart-гараж, лампа для освітлення (рисунок 3.7), кондиціонер, отоплювана піч, настільний вентилятор (рисунок 3.8), веб-камера, пожежний розприскувач та тривожна сирена (рисунок 3.9).



Рисунок 3.7 - Smart-пристрої лампа, гараж та двері



Рисунок 3.8 - Smart-пристрої кондиціонер, вентилятор та піч-батарея



Рисунок 3.9 - Smart-пристрої веб-камера, сирена та розприскувач

Ну й кінцевий пристрій - це планшет, на якому я зможу контролювати всі процеси мого розумного будинку та налаштовувати сенсорну мережу між пристроями (рисунок 3.10).



Рисунок 3.10 - Пристрій керування “планшет”

3.4 Підключення та налаштування “розумних” пристроїв

Щоб всі ці девайси запрацювали, їх мало просто нанести на макет - їх потрібно підключити до мережі будинку. Для цього ми обираємо довільний пристрій та заходимо в його налаштування. У вкладці I/O Config змінюємо тип мережевого адаптера на бездротовий Network Adapter PT-IOT-NM-1W (рисунок 3.11).

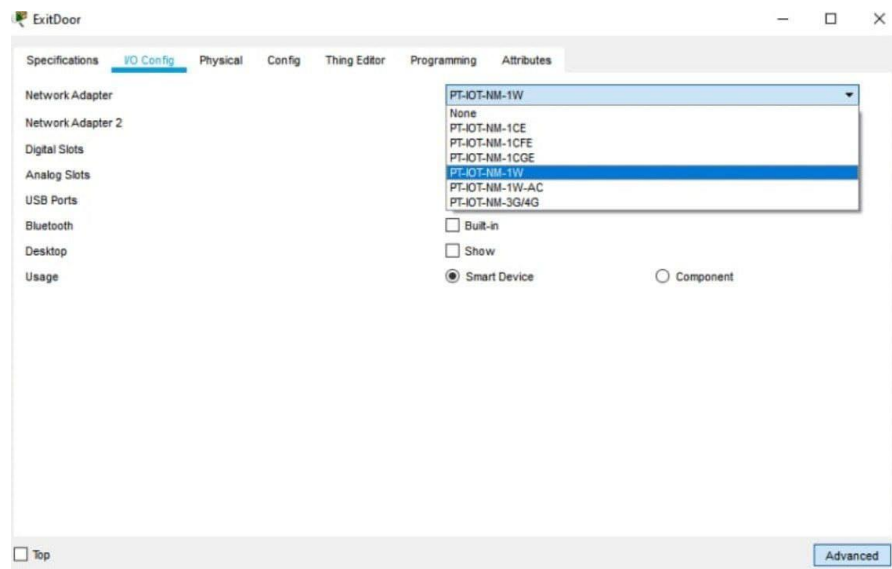


Рисунок 3.11 - Зміна типу мережевого адаптеру

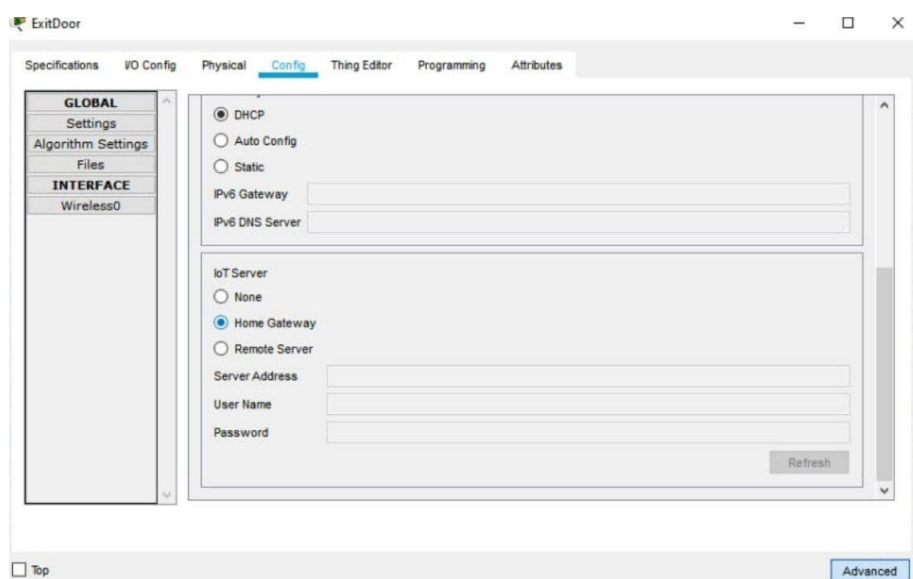


Рисунок 3.12 - Встановлення зв'язку з Home Gateway

Далі у вкладці Config встановлюємо бажане ім'я для пристрою та змінюємо IoT Server на Home Gateway, щоб мати зв'язок зі шлюзом та через нього - з іншими пристроями та сенсорами (рисунок 3.12).

3.5 Керування процесами

На пристрої керування “планшет” користувач завжди може налаштувати як певні процеси, так і їх реакцію на сигнали сенсорів. На рисунку 3.13 показано перелік всіх розумних девайсів, кожен з яких користувач може відкрити та налаштувати.



Рисунок 3.13 - Перелік пристроїв з їх показниками

Для налаштування реакції пристроїв на певні сигнали сенсорів ми повинні прописати певні умови. На рисунку 3.14 показано всі можливі дії датчиків у відповідь на зовнішні чи внутрішні сенсорні чинники. Такі як: редагування, дозвіл на дію, назва процесу, умови виконання та безпосередньо дії.

Actions		Enabled	Name	Condition	Actions
Edit	Remove	Yes	Water on	PTT0810B02K- Temperature > 10	Set PTT081029C5- Status to 1
Edit	Remove	Yes	Water off	PTT0810B02K- Temperature <= 20	Set PTT081029C5- Status to 0
Edit	Remove	Yes	MoveOn1	Motion1 On is true	Set Light 1 Status to Dim Set Fan 1 Status to Low
Edit	Remove	Yes	MoveOff1	Motion1 On is false	Set Light 1 Status to Off Set Fan 1 Status to Off
Edit	Remove	Yes	MoveOn2	Motion 2 On is true	Set Light 2 Status to Dim Set Fan 2 Status to Low
Edit	Remove	Yes	MoveOff2	Motion 2 On is false	Set Light 2 Status to Off Set Fan 2 Status to Off
Edit	Remove	Yes	AC on	Therm Temperature >= 22.0 °C	Set AC On to true
Edit	Remove	Yes	AC off	Match any: • Therm Temperature < 22.0 °C • Therm Temperature > 12.0 °C	Set AC On to false Set Furnace On to false
Edit	Remove	Yes	Fur on	Therm Temperature <= 12.0 °C	Set Furnace On to true
Edit	Remove	Yes	Smoke on	SmokeDetector Level >= 5	Set FireGarage Status to true Set FireHallDanger Status to true Set FireRoomDanger Status to true Set GarageDoor On to true Set ExitDoor Lock to Unlock
Edit	Remove	Yes	Smoke off	SmokeDetector Level < 5	Set FireGarage Status to false Set FireHallDanger Status to false Set FireRoomDanger Status to false Set ExitDoor Lock to Lock
Edit	Remove	Yes	SirenOn	SmokeDetector Level >= 2	Set Siren On to true
Edit	Remove	Yes	SirenOff	SmokeDetector Level < 3	Set Siren On to false
Edit	Remove	Yes	CameraOn	Motion 3 On is true	Set WebCam On to true

Рисунок 3.14 - Умови спрацювання сенсорів

3.6 Налаштування мікропроцесора SBC

Деякі сенсори я налаштував не лише за допомогою пристрою керування. Їх я під'єднав до спеціального мікроконтролера SBC, який запрограмував на виконання певних дій у відповідь на сигнали сенсору. Нижче на рисунку 3.15 видно код на Python Visual, в якому прописана реакція дверей на датчик руху.

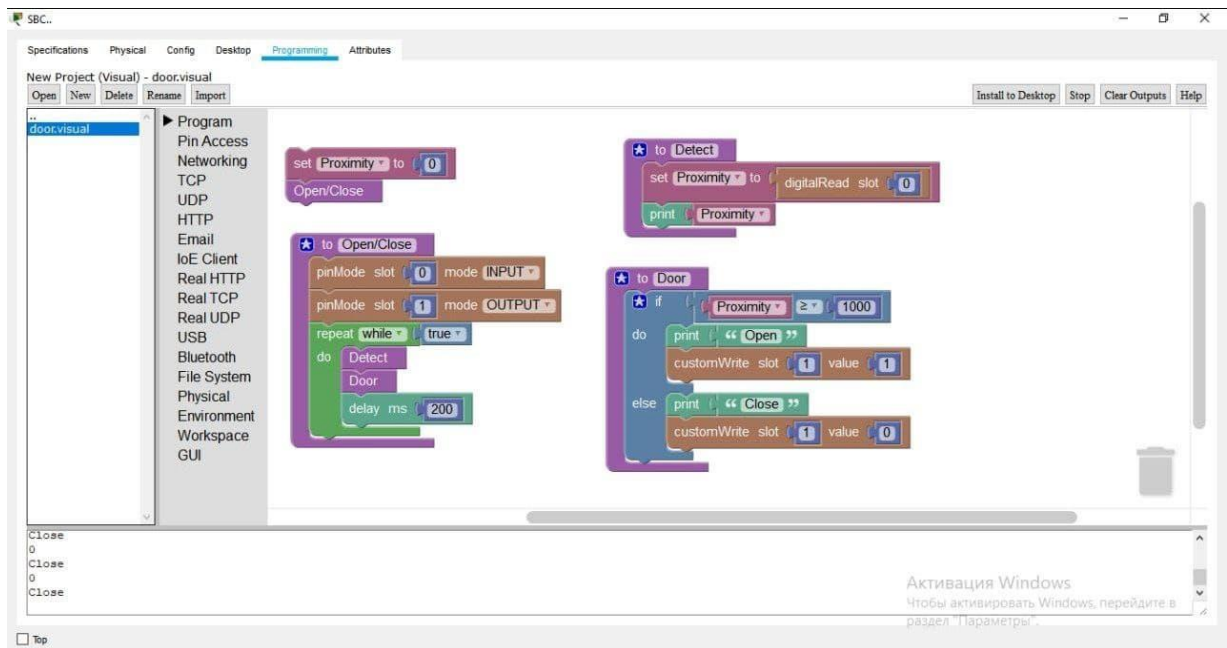


Рисунок 3.15 - Запрограммована реакція на спрацювання датчика руху

Коли сенсор відчуває рух в межах 1000 у.о., спрацьовує датчик руху і двері відчиняються. Якщо в цьому діапазоні руху не виявлено, двері автоматично переходять у стан “locked” - закрито. Перевірка на виявлення руху спрацьовує кожні 200 мс, тобто кожні 0.2 секунди.

Дуже важливо правильно під'єднати кабелі до слотів мікроконтролера та налаштувати, які слоти приймають інформацію, а які віддають. Це особливо актуально ще й тоді, коли всі слоти мікропроцесора заповнені і дуже легко сплутати, що є що, тому в фізичному середовищі необхідно запам'ятати, які порти від якого пристрою (рисунок 3.16).



Рисунок 3.16 - Мікроконтролер SBC

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 3

Завдяки перебору різних технологій, варіантів розробки БСМ та розрахунку технічних та логічних характеристик я здійснив вибір раціонального варіанту побудови сенсорної мережі для системи “Розумний будинок”.

Таким чином, оптимальна побудова сенсорної мережі “розумного будинку” залежить більшим чином від територіального розташування об’єкту, його розмірів та форми, та від фінансового стану власника-користувача.

ВИСНОВКИ

Проаналізувавши набуті знання та результати, я дійшов висновку, що побудова та втілення сенсорних мереж в усі сфери діяльності допомагає людству та додає велику кількість плюсів та переваг в зручному користуванні. Бездротові сенсорні мережі на даний момент ще на етапі часткового вивчення, існує чимало питань та невирішених проблем щодо виявлення та ліквідації різних обмежень та помилок, але все ж компанії, що працюють над стандартами передавання інформації в БСМ, все більше залучаються до сумісної роботи. Сьогодні, на мою думку, в світі вистачає наукових публікацій, доробок, теорій та думок для того щоб створити ту унікальну та недефективну безпроводну сенсорну мережу, яка врешті-решт буде окремою, самостійною технологією.

Згідно технічного завдання було надано загальний огляд сфери, до якої належить тема дипломного проекту, проведений аналіз “розумного будинку”, “розумних речей” та сенсорних мереж, розглянуто їх будову та можливості застосування. Також в рамках даної випускної кваліфікаційної роботи була виконана побудова сенсорної мережі розумного будинку, яка дозволяє управляти електроприладами, регулювати температуру, контролювати доступ до приміщення, запобігати поривам диму, а також надавати віддалений доступ до панелі управління. Було проведено аналіз технологій систем бездротових мереж. Сформовано основні цілі та завдання, які повинна виконувати поточна мережа. Зроблено вибір засобів розробки.

Результатом бакалаврської роботи є програмно-апаратний продукт - сенсорна мережа розумного будинку, що має необхідний набір функціоналу для вирішення поставлених перед нею завдань. Програмна частина реалізована за допомогою середовища симуляції Cisco Packet Tracer, а апаратна включає центральний блок керування

Home Gateway, мікроконтролер SBC-PT, різні датчики і багато додаткових пристроїв, серед яких є пристрій керування та виконавчі пристрої.

Дана сенсорна мережа є прототипом або основою справжнього «Розумного будинку». Вона називається інтелектуальною, бо надає можливість самостійного визначення девайсів, що дає гарну основу для подальшого вивчення та втілення в усі сфери людського життя. Області впровадження технологій БСМ стрімко поширюються. Сенсори можуть збирати інформацію та керувати різноманітними об'єктами та діями. Це особливо необхідно для користування в небезпечних для людей умовах. Завдяки сенсорам можна ефективніше слідкувати за контролем екологічного стану навколишнього середовища. У промисловості та в житті сенсорні мережі люди можуть використовувати для регулювання різноманітних технічних процесів, а для медицини майбутнього вони є просто безцінними, адже можна буде, наприклад, спостерігати дистанційно за диханням пацієнтів, їхніми тиском та температурою тіла.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Kasirajan, Priya, Carl Larsen, and Sarangapani Jagannathan. A new data aggregation scheme via adaptive compression for wireless sensor networks. *ACM Transactions on Sensor Networks (TOSN)*, 2012. — Vol. 9, No. 1, pp. 5:1-5:26.
2. Галелюка І.Б. Моделювання бездротових сенсорних мереж / І.Б. Галелюка // *Комп'ютерні засоби, мережі та системи*. — 2015. — No 14. — С. 141 — 150.
3. Mobile Wireless Sensor Networks Overview / J. Rezazaden, M. Moradi, A. Samad Ismail // *International Journal of Computer Communications and Networks*, 2012.
4. Recommendation Y.2060. Overview of Internet of Things. ITU-T, Geneva. February 2012.
5. IEEE Std 802.15.1-2002, IEEE Standard for Information technology—Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks—Specific requirements.
6. IEEE Std 802.15.2-2003, IEEE Recommended Practice for Information technology— Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks— Specific requirements.
7. Гольдштейн, Б.С. Сети связи пост - NGN / Б.С. Гольдштейн, А.Е. Кучерявый // *БХВ, С. Петербург*, 2013
8. IEEE Std 802.11a-1999 (Reaff 2003), Supplement to IEEE Standard for Information technology— Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks— Specific requirements.
9. IEEE Std 802.11b-1999, Supplement to IEEE Standard for Information technology— Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks— Specific requirements.
10. IEEE Std 802.11g-2004, IEEE Standard for Information technology—Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks—Specific requirements— Specifications.

11. IEEE Std 802.11i-2004, IEEE Standard for Information technology—Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks—Specific requirements.
12. IEEE Std 802.11n-2009, IEEE Standard for Information technology—Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks.
13. IEEE 802.15.4. Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR- WPANs), 2003
14. Kulik J, Heinzelman W.R., Balakrishnan H. Negotiation-Based Protocols for Disseminating Information in Wireless Sensor Networks // *Wireless Networks*, — 2002. — V.8 — P. 169-185.
15. Intanagonwiwat C. Directed Diffusion for Wireless Sensor Networking / C. Intanagonwiwat, R. Govindan, D. Estrin, J. Heidemann, F. Silva // *IEEE/ACM Transactions on Networking*. — 2003. — V.11, №1. — P. 2-16.
16. Braginsky D. Rumor Routing Algorithm for Sensor Networks / D. Braginsky, D. Estrin // *Proceedings of the First ACM International Workshop on Sensor Networks and Applications (WSNA)*, October 2002. — Atlanta GA, 2002. — P.22-31.
17. Kiran M., Kamal K., Nitin G. Wireless Sensor Network: A Review on Data Aggregation// *International Journal of Scientific & Engineering Research* — 2011. Vol. 2, Issue 4. — p. 1-6.
18. Koucheryavy A. Cluster head selection for homogeneous Wireless Sensor Networks / A. Koucheryavy, A. Salim // *Proceedings, International Conference on Advanced Communication Technology, 2009. ICACT 2009. Phoenix Park, Korea*
19. Ting D., Haiping H., Yang L., Ruchuan W., Xinxing P. Research on Migration Strategy of Nobile Agent in Wireless Sensor Network//*International Journal of Distributed Sensor Networks* — 2013. — article ID 642986.
20. Шахнович В.В., Сучасні технології бездротового зв'язку. — М.: Техносфера, 2006. — С. 215–288.

21. Сергиевский М.В., Беспроводные сенсорные сети. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.compress.ru/Article.aspx?id=17950>.
22. Карабуто А. Сенсорные сети. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://offline.computerra.ru/2004/553/35459>.
23. Тимченко О.В., Зеляновський М.Ю. Методи і протоколи обміну даними сенсорних мереж // Зб. наук. пр. ІПМЕ НАН України. – Вип.46. – К.: 2008. – С. 176–183.
24. Кучерявый Е.А., Принципы построения сенсоров и беспроводных сенсорных сетей / Е. А. Кучерявый, С. А. Молчан, В. В. Кондратьев // Радиосвязь. – 2006. – № 6. – С. 46–54.
25. Кучерявый Е.А., Самоорганизующиеся сети / А.В. Прокопьев, Е.А. Кучерявый. - СПб :Любавич, 2011. – С. 312.
26. José A. Afonso (University of Minho, Portugal), Pedro Macedo (University of Minho, Portugal), Luis A. Rocha (University of Minho, Portugal) and José H. Correia (University of Minho, Portugal), Handbook of Research on Developments in E-Health and Telemedicine: Technological and Social Perspectives. 2010. № 6. – С. 19–22.
27. Міночкін А.І., Романюк В.А. Перспективи побудови тактичних систем зв'язку // III Науково-технічна конференція ВІТІ. – К.: ВІТІ НТУУ –КПІ. – 2006. – С. 5–15.
28. Побудова та моделювання сенсорних мереж на сучасних інформаційних технологіях та забезпечення їх інформаційної безпеки / С. В. Толюпа, Л. Т. Пархуць, О. М. Власов // Наукові записки Українського науково- дослідного інституту зв'язку . – 2011. – № 4. – С. 9–14.
29. Зеляновський М.Ю., Тимченко О.В. Інтелектуальна система для бездротових спеціалізованих сенсорних та мереж персонального радіусу дії: програмно-апаратна платформа вузла бездротової мережі// Моделювання та інформаційні технології. Зб. наук. пр. ІПМЕ НАН України. – Вип.49. – К.: 2008. – С. 185–193.