

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування записано на чл. 16 стаття 10 Закону)

Комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії

(назва факультету)

Комп'ютерних систем та мереж

(повне найменування кафедр)

## ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проєкту (роботи)

Магістр

(освітній (освітньо-кваліфікаційний) рівень)

на тему: Методи та засоби узгодження вихідних цифрових потоків  
медичних приладів з безпроводною мережею

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи СІМ-61

напряму підготовки (спеціальності)

123 "Комп'ютерна інженерія"

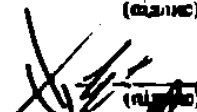
(код і назва напрямку підготовки, спеціальності)

  
(підпис)

Храпа В.І.

(прізвище та ім'я)

Керівник

  
(підпис)

Сутух П.С.

(прізвище та ім'я)

Нормоконтроль

  
(підпис)

Тиш Є.В.

(прізвище та ім'я)

Рецензент

  
(підпис)

Дохорський В.Г.

(прізвище та ім'я)

Міністерство освіти і науки України  
Чернівецький національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інформаційно-інформаційних систем та програмної інженерії  
Кафедра Інформаційних систем та мереж  
Освітній ступінь магістр  
Напрямок підготовки \_\_\_\_\_  
Спеціальність 173 Інформаційні системи (інженерія)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КС  
Овчинник Т. М.  
"30" 03 2019 р.

ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Хропа Володимир Геннадійович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Методи на заводі утворення вихідних цифрових потоків медичних приладів з безуровнісною мережею

Керівник проекту (роботи) Євген Петро Іванович доктор технічних наук, професор  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчений ступінь)

Затверджені наказом по університету від «27» 09 2019 року №4/7-854

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 26.11.2019

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Зробити утворення вихідних цифрових потоків в провідних на безуровнісних мережах.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)  
1. Вступ; 2. Розділ 1. Аналіз методів розробки алгоритмів потоків від мед. приладів; 3. Розділ 2. Підготовка методів на заводі утворення вихідних цифрових потоків мед. приладів; 4. Розділ 3. Підготовка методів на заводі утворення вихідних цифрових потоків медичних приладів з безуровнісною мережею; 5. Оптимізація алгоритмів; 6. Розділ 5. Створення функцій на базі в моделюванні симуляції; 7. Розділ 6. Експеримент; 8. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
- Методи на заводі утворення вихідних цифрових потоків медичних приладів з безуровнісною мережею - Алгоритм методів на заводі утворення вихідних цифрових потоків медичних приладів - Медичний стандарт HL7 - Підготовка методів на заводі утворення вихідних цифрових потоків медичних приладів з безуровнісною мережею - Підготовка функцій на базі в моделюванні симуляції - Створення функцій на заводі утворення вихідних цифрових потоків медичних приладів з безуровнісною мережею - Висновки

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання визначено	завдання прийнято
Безпека в НС	Ступак В.С., ст. вика кафедр	<i>В.С. Ступак</i>	<i>В.С. Ступак</i>
Екологія	Лисенко Р.М., доц.	<i>Р.М. Лисенко</i>	<i>Р.М. Лисенко</i>
Будівництво економ. ефектив.	Корієв О.Б., к.р.н., доц.	<i>О.Б. Корієв</i>	<i>О.Б. Корієв</i>
Охорона праці	Солухов Р.У.	<i>Р.У. Солухов</i>	<i>Р.У. Солухов</i>

7. Дата видачі завдання 30.03 2019

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів лінійного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1.	Оприлюднення завдання	01.10.19	Виконано
2.	Визначення методів на заводів формуючи чергові комісії від медичних працівників	07.10.19-10.10.19	Виконано
3.	Надання методів на заводів здійснення листів чергових комісій медичних працівників з дурнолідиного мезенхіма	21.10-29.10.19	Виконано
4.	Методичне забезпечення на заводів листів чергових комісій медичних працівників з дурнолідиного мезенхіма	01.11-17.11.19	Виконано
5.	Розробка документів спеціальної організації	18.11-23.11.19	Виконано
6.	Розробка охорони праці на ділянці в навушних шлемух	01.12-01.12.19	Виконано
7.	Розробка Екологія	04.12-01.12.19	Виконано
8.	Формування та налаштування вимогів до економічної роботи.	08.12.19	Виконано
9.	Оприлюднення графічної частини	09.12.19-14.12.19	Виконано
10.	Проверка і запис	20.12.19	Виконано
11.	Фіналізація	26.12.19	Виконано

Студент

*BSS*  
(ПІДПИС)

*Крота В.П.*  
(ПРИПИСАНО ТБ ПІДПИСАНО)

Керівник проекту (роботи)

*Мі*  
(ПІДПИС)

*Служба П.С.*  
(ПРИПИСАНО ТБ ПІДПИСАНО)

## АНОТАЦІЯ

Тема дипломної роботи: «Методи та засоби узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею» // Дипломна робота // Храпа Володимир Петрович // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп'ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, група СІм-61 // Тернопіль, 2019 // с. –114, рис. – 20, табл. -16, аркушів А1 -10, додат. –3, бібліогр. –27.

Ключові слова: інтерфейс передачі даних, XВee, об'єднання потоків.

Дипломну роботу магістра присвячено розробленню методів та засобів узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею.

Проведено огляд методів та засобів узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею. Проаналізовано апаратні засоби формування цифрових потоків та визначено типові інтерфейси передавання даних при їх підключенні до ПК. Проаналізовано особливості стандартів передачі медичних даних.

Побудовано структурну схему пристрою узгодження вихідних цифрових потоків. Обґрунтовано використання різних апаратних засобів для побудови пристрою узгодження вихідних цифрових потоків.

Розроблено методику конфігурування та тестування радіомодулів XВee для роботи пристрою узгодження вихідних цифрових потоків. А також проведено тестування безпроводної мережі Wi-Fi для ефективного розміщення пристрою узгодження вихідних цифрових потоків.

## ANNOTATION

The theme of the thesis: «Methods and tools of digital flows interfacing of wireless medical devices» // Master thesis // Khrapa Volodymyr Petrovych // Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Faculty of Computer Information Systems and software engineering, group CIm – 61 // Ternopil, 2019// p. –114, fig. – 20, tab. – 16, Sheets A1 – 10, Add. – 3, Ref. – 27.

Key words: data interface, XBee, merge streams.

The master's thesis is devoted to the development of methods and means for reconciling digital digital output streams of medical devices with a wireless network.

An overview of methods and means of reconciling digital digital output streams of medical devices with a wireless network is given. The hardware for forming digital streams is analyzed and the typical interfaces for data transmission when connected to a PC. The peculiarities of the standards of medical data transmission are analyzed.

The block diagram of the device for harmonization of output digital streams is constructed. The use of different hardware for the construction of the device for harmonization of output digital streams is substantiated.

A technique for configuring and testing XBee radios has been developed for the device to match the output digital streams. We also tested the Wi-Fi wireless network to effectively position the device to stream digital output.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВИХ ПОТОКІВ ВІД МЕДИЧНИХ ПРИЛАДІВ .....	11
1.1. Апаратні засоби формування цифрових потоків .....	11
1.2. Стандарти проводових інтерфейсів передачі даних .....	14
1.2.1. Інтерфейс передачі даних I <sup>2</sup> C .....	14
1.2.2. Інтерфейс передачі даних SPI .....	17
1.2.3. Інтерфейс передачі даних UART .....	19
1.2.4. Інтерфейс передачі даних USB .....	23
1.3. Стандарти безпроводних інтерфейсів передачі даних .....	25
1.3.1. Безпроводний інтерфейс передачі даних Wi-Fi .....	25
1.3.2. Безпроводний інтерфейс передачі даних Bluetooth .....	27
1.3.3. Безпроводний інтерфейс передачі даних ZigBee .....	28
1.4. Медичні стандарти передачі даних .....	31
1.5. Висновки до розділу 1 .....	33
РОЗДІЛ 2. ПОБУДОВА МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ УЗГОДЖЕННЯ ВИХІДНИХ ЦИФРОВИХ ПОТОКІВ МЕДИЧНИХ ПРИЛАДІВ З БЕЗПРОВІДНОЮ МЕРЕЖЕЮ .....	35
2.1. Структурна схема пристрою узгодження вихідних цифрових потоків .....	35
2.2. Апаратні засоби пристрою узгодження вихідних цифрових потоків ..	37
2.2.1. Архітектура Raspberry Pi 3 Model B .....	37
2.2.2. Плата розширення ARPI600 .....	39
2.2.3. Плата розширення IO Expansion Shield .....	40
2.3. Налаштування роботи пристрою узгодження вихідних цифрових потоків .....	42
2.3.1. Налаштування роботи Ethernet .....	43
2.3.2. Налаштування роботи Wi-Fi .....	46

2.3.3. Налаштування роботи плати розширення ARPI600 .....	51
2.4. Висновки до розділу 2 .....	55
РОЗДІЛ 3. ТЕСТУВАННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ УЗГОДЖЕННЯ ВИХІДНИХ ЦИФРОВИХ ПОТОКІВ МЕДИЧНИХ ПРИЛАДІВ З БЕЗПРОВІДНОЮ МЕРЕЖЕЮ.....	56
3.1. Конфігурування та тестування радіомодулів XВee для роботи пристрою узгодження вихідних цифрових потоків.....	56
3.1.1. Встановлення програмного забезпечення і підключення радіомодулів XВee.....	56
3.1.2. Конфігурування та тестування модулів XВee.....	61
3.2. Тестування безпроводної мережі Wi-Fi для ефективного розміщення пристрою узгодження вихідних цифрових потоків .....	64
3.3. Висновки до розділу 3 .....	67
РОЗДІЛ 4. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	68
4.1. Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР .....	68
4.2. Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи .....	69
4.3. Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР .....	75
4.4. Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень.....	76
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	78
5.1 Охорона праці.....	78
5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях .....	81
5.2.1. Захист виробничого персоналу об'єкта та населення території у разі виникнення надзвичайної ситуації .....	81
5.2.2. Основи фізіології праці й комфортних умов життєдіяльності. Класифікація основних форм діяльності людини. Особливості фізичної та розумової праці.....	85

РОЗДІЛ 6. ЕКОЛОГІЯ .....	88
6.1. Аналіз сучасних програмних продуктів для обробки великих масивів екологічної інформації.....	88
6.2. Електромагнітне забруднення довкілля, його вплив на людину. Шляхи його зменшення .....	93
ВИСНОВКИ.....	98
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	100
Додаток А. Опубліковані тези конференції за темою дипломної роботи магістра.....	104
Додаток Б. Текст програми управління портами на мові Python.....	112
Додаток В. Текст програми управління модулем XBee через UART на мові C.....	114



## ВСТУП

**Актуальність теми роботи.** Для кращого діагностування та ефективнішої роботи лікувальних закладів все більше використовують нові технології та краще обладнання. Тому медична техніка удосконалюється в напрямку застосування цифрових та мережових технологій. Все більша кількість медичних приладів використовує цифрове опрацювання сигналів, цифрове керування або цифрове представлення результатів та має можливість підключення до ПК або комп'ютерної мережі. Отримані за допомогою таких приладів результати діагностування не доцільно роздруковувати, а краще одразу надіслати до електронної медичної картки, тим більш що система обліку за допомогою електронної медичної картки вже почала працювати в тестовому режимі. Однак, щоб надіслати результати обстежень, необхідно забезпечити сумісність цифрових потоків між приладами і ПК, гарантувати захист надісланої конфіденційної інформації, а отже виникає задача розробити методи і засоби узгодження цифрових потоків медичних приладів з комп'ютерною мережею. Особливо це актуально при використанні безпроводної мережі, доступ до якої складно обмежити фізично.

Для вирішення такої задачі її необхідно розділити на декілька завдань.

Узгодження аналогових сигналів та їх оцифрування. Значна частина медичних діагностичних приладів мають аналогові виходи (електрокардіографи, електроенцефалографи та ін.) з яких можна отримати сигнал при виконанні обстеження. Ці виходи мають різні рівні сигналів, тому їх перед оцифруванням необхідно підсилити, а також багато каналів — відведень які після оцифрування необхідно зберегти незалежно один від одного.

Узгодження цифрових сигналів за рівнем і протоколом. Цифрові сигнали мають різні рівні (3,3В, 5В та ін.) та протоколи передачі (UART, I2C, SPI та ін.).

Формування пакету та захист інформації. Згідно вимог електронної медичної картки має бути сформований пакет з медичною інформацією та ідентифікатором пацієнта.

Вибір безпроводного стандарту. Вибір безпроводного стандарту передачі даних залежить від об'єму та швидкості яку необхідно забезпечити при обміні інформацією.

Обґрунтування та вибір існуючих методів та засобів узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею уможливить автоматизувати значну частину роботи медичного персоналу при оформленні електронної медичної картки та підвищити ефективність їх роботи.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дослідження є розроблення методів та засобів узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

— аналіз відомих методів та засобів узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею для вибору напрямку дослідження;

— розроблення і обґрунтування методів та засобів узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею з врахуванням медичних стандартів передачі інформації для побудови пристрою узгодження;

— побудова та налаштування пристрою узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею на базі вибраних методів і засобів;

— тестування функціональних можливостей побудованих пристрою узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею.

*Об'єкт дослідження* — процес узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею.

*Предмет дослідження* — методи та засоби узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею.

**Методи дослідження** базуються на положеннях:

— теорії інформації для розроблення методів та засобів узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею.

**Наукова новизна одержаних результатів.**

1. Розроблено новий вбудований пристрій узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею, який об'єднує декілька провідних і безпроводних інтерфейсів передачі даних, що уможлиблює побудову розподіленої комп'ютерної системи збору і передачі медичної інформації.

2. Визначено ефективність роботи нового вбудованого пристрою узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею, шляхом тестування швидкості і надійності передачі даних в закритих приміщеннях при низьких рівнях сигналу, що уможлиблює побудову розподіленої комп'ютерної системи збору і передачі медичної інформації.

**Практичне значення** одержаних результатів полягає в наступному: отримані результати уможливили розробку вбудований пристрій узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею, який дозволяє приєднати існуючі медичні прилади до розподіленої комп'ютерної системи збору і передачі медичної інформації.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВИХ ПОТОКІВ ВІД МЕДИЧНИХ ПРИЛАДІВ

#### 1.1. Апаратні засоби формування цифрових потоків

Апаратними засобами формування цифрових потоків для лікарняних мереж є різноманітні діагностичні і терапевтичні прилади. За приклад візьмемо комп'ютерний електрокардіографічний комплекс КАРДІОЛАБ, який призначений для проведення широкого кола ЕКГ- досліджень [1]:

- стандартна електрокардіографія з автоматичною інтерпретацією ЕКГ;
- монітор серцевого ритму з аналізом параметрів;
- фонокардіографія;
- велоергометрія з комп'ютерним керуванням протоколами навантажень;
- аналіз алтернації Т-хвилі;
- абдомінальна електрокардіографія плода в ході вагітності;
- експрес-діагностика функціональної підготовленості спортсменів;
- дистанційна електрокардіографія – передача й приймання з використанням засобів мобільному зв'язку та інтернету ЕКГ-сигналів і результатів їх аналізу.

Комплекс КАРДІОЛАБ має наступні апаратно-програмні модифікації, об'єднані загальною ідеологією побудови, програмною оболонкою, структурою баз даних і форматами обміну між його елементами.

Usb-кардіограф, апаратна частина якого включає багатоканальний цифровий ЕКГ- підсилювач, систему гальванічної розв'язки й забезпечення електробезпеки, зосереджена в мініатюрному корпусі.

Електрокардіограф підключається до одному з USB- портів ПК. Міцний кабель з'єднання з комп'ютером довжиною до 5 метрів забезпечить зручну роботу з кардіографом.

Програма кардіографа КАРДІОЛАБ включає мінімальний набір необхідних функцій – ведення картотеки пацієнтів, реєстрацію й аналіз стандартної ЕКГ тривалістю від 10 секунд до 2-х хвилин, комп'ютерну інтерпретацію ЕКГ із видачею синдромального висновку й можливістю його ручного доповнення й редагування, векторний аналіз ЕКГ і різні форми друку ЕКГ і звітів.

Бездротової 12-ти канальний кардіограф рис.1.1. Головна відмінність цього кардіографа від описаної вище моделі – універсальне підключення до ПК (проводове з використанням USB, або безпроводне – по Bluetooth).



Рис. 1.1. Бездротової 12-ти канальний кардіограф Хаі-Медіка

Дальність безпроводного зв'язку може становити до 20 метрів. Універсальний кардіограф важить менш 200 грамів і може розташовуватися прямо на тілі пацієнта. При цьому якість реєстрованої ЕКГ буде навіть кращою, ніж при використанні електрокардіографа із проводовим з'єднанням, особливо при виконанні проб з навантаженням.

Типова структурна схема комп'ютерного електрокардіографа наведена на рис.1.2. За структурною схемою можна виділити блоки які отримують ЕКГ від пацієнта, опрацьовують і фільтрують сигнал за допомогою процесора DSP, і приєднують апарат до ПК за допомогою проводового інтерфейсу RS-232 або RS-422, який може бути замінений на інший I<sup>2</sup>C, SPI і т.д.

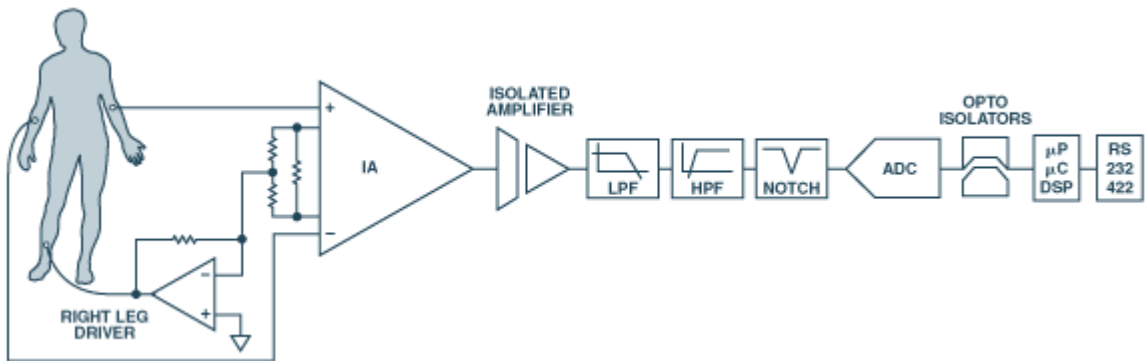


Рис.1.2. Типова структурна схема комп'ютерного електрокардіографа

Для побудови безпроводного апарату достатньо на виході DSP (на приклад ADuC7022) рис.1.3 замість проводового інтерфейсу поставити радіо модем типу ADF702x.

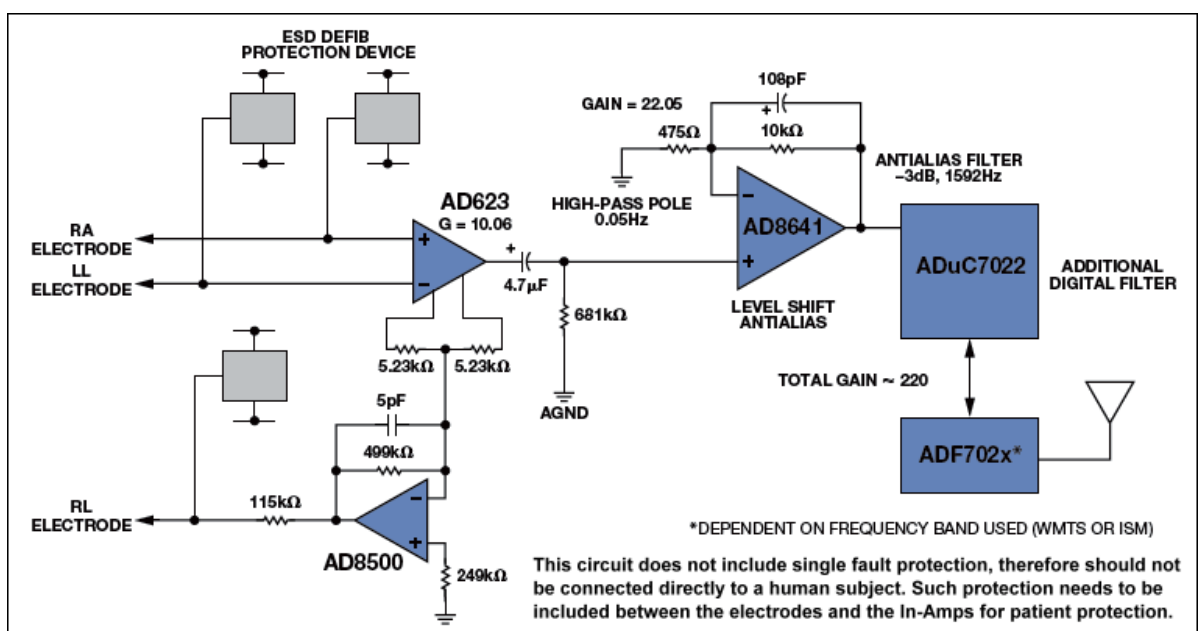


Рис.1.3. Схема безпроводного комп'ютерного електрокардіографа

Загалом комп'ютерні електрокардіографи можуть бути рекомендовані для заміни класичних ЕКГ-апаратів у всіх випадках застосування, від кабінету сімейного лікаря до великого медичного центру.

Інші медичні апарати (електроенцефалографи, спірографи та ін.) також до комп'ютера приєднуються за допомогою проводового з'єднання USB кабелем. Портативні пристрої використовують безпроводний цифровий зв'язок або безпроводну мережу.

## 1.2. Стандарти проводових інтерфейсів передачі даних

1.2.1. Інтерфейс передачі даних I<sup>2</sup>C. I<sup>2</sup>C (“inter integrated circuit”) - це двонаправлена шина з послідовним форматом даних і можливістю адресації та паралельного підключення до шини не більше ніж 128 пристроїв. Інтерфейс I<sup>2</sup>C являє собою дві сигнальні лінії, одна з яких (SCL – Serial Clock) призначена для передачі тактового сигналу, друга (SDA – Serial Data) – для передачі даних (Рис. 1.4.-1.5) [2-5].

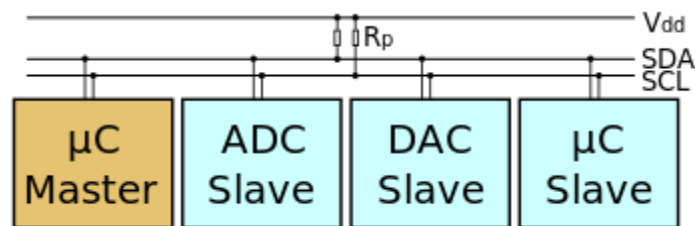


Рис.1.4. Приклад схемотехніки з одним мікроконтролером ( $\mu\text{C}$  Master) і трьома підлеглими (slave) пристроями (ADC — аналого-цифровий перетворювач, DAC — цифро-аналоговий перетворювач та другий мікроконтролер  $\mu\text{C}$  Slave), навантаженими резисторами  $R_p$

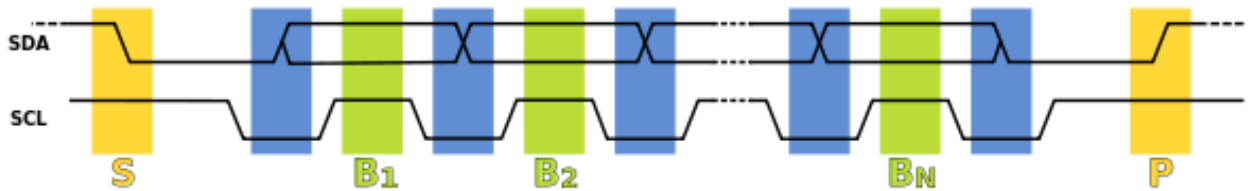


Рис.1.5. Тактування послідовності передачі даних

I<sup>2</sup>C використовує дві двонаправлені лінії, підтягнуті до напруги живлення і керовані через відкритий колектор або відкритий стік - послідовна лінія даних (SDA, Serial DAta) і послідовна лінія тактування (SCL, Serial CLock). Стандартні напруги +5 В або +3,3 В, однак допускаються й інші.

Адресація включає 7-бітовий адресний простір з 16-ма зарезервованими адресами. Це означає до 112 вільних адрес для підключення на одну шину.

Основний режим роботи - 100 кбіт/с; 10 кбіт/с в режимі роботи із зниженою швидкістю. Можлива зупинка тактування для роботи з повільними пристроями.

Довжина з'єднувальної лінії може досягати 2-х метрів, швидкість передачі до 100 кбіт/с, існує і розширений варіант з швидкістю передачі даних до 400 кбіт/с. Всі пристрої інтерфейсу поділяються на два класи: керуючі I<sup>2</sup>C Master та підвладні I<sup>2</sup>C-Slave. Пристрій I<sup>2</sup>C-Master генерує тактовий сигнал (SCL) і, як наслідок, являється керуючим.

Кожен пристрій, підключений до шини, може бути програмно адресований за унікальною адресою. Для вибору приймача повідомлення передавач використовує унікальну адресну компоненту у форматі посилки. При використанні однотипних пристроїв, ІС часто мають додатковий селектор адреси, який може бути реалізований як у вигляді додаткових цифрових входів селектора адреси, так і у вигляді аналогового входу. При цьому адреси таких однотипних пристроїв виявляються рознесені в адресному просторі пристроїв, підключених до шини.



I<sup>2</sup>C знаходить застосування в пристроях, які передбачають простоту розробки та низьку собівартість виготовлення при відносно непоганий швидкості роботи.

Список можливих застосувань:

- доступ до модулів пам'яті NVRAM;
- доступ до низькошвидкісних ЦАП/АЦП;
- регулювання контрастності, насиченості та колірного

балансу моніторів;

- регулювання звуку в динаміках;
- керування світлодіодами, в тому числі в мобільних телефонах;
- читання інформації з датчиків моніторингу та

діагностики устаткування, наприклад, термостат центрального процесора або швидкість обертання вентилятора охолодження;

- читання інформації з годинника реального часу (кварцових генераторів);

- керування включенням/виключенням живлення системних компонент;

- інформаційний обмін між мікроконтролерами;

Переваги стандарту:

1. необхідний лише один мікроконтролер для управління шиною;
2. використовується лише два провідника для підключення багатьох пристроїв;
3. можлива одночасна робота декількох провідних (master) пристроїв, підключених до однієї шини I<sup>2</sup>C;
4. стандарт передбачає «гаряче» підключення і відключення пристроїв в процесі роботи системи;
5. вбудований в мікросхеми фільтр зменшує імпульси в шині, забезпечуючи цілісність даних.

1.2.2. Інтерфейс передачі даних SPI. SPI (Serial Peripheral Interface) – послідовний периферійний інтерфейс призначений для передачі даних між одним керуючим (SPI-Master) та одним підвладним (SPI-Slave) пристроєм. Пристрій керування SPI-Master створює тактові сигнали SCK (Serial Clock), по яким одночасно проходить передача на виході MOSI (англ. Master Out Slave In) та приймання даних на вході MISO (англ. Master In Slave Out). Також в даному інтерфейсі є можливість підключення декількох пристроїв методом активації підвладного пристрою, що зображено на рис. 1.6. З'єднання багатьох пристроїв в інтерфейсі SPI рис.1.7. [2-5]

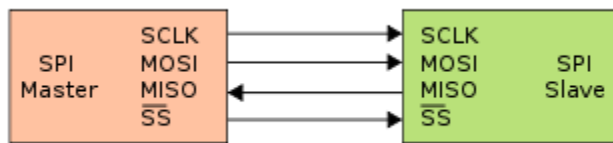


Рис.1.6. SPI шина: один ведучий та один ведений

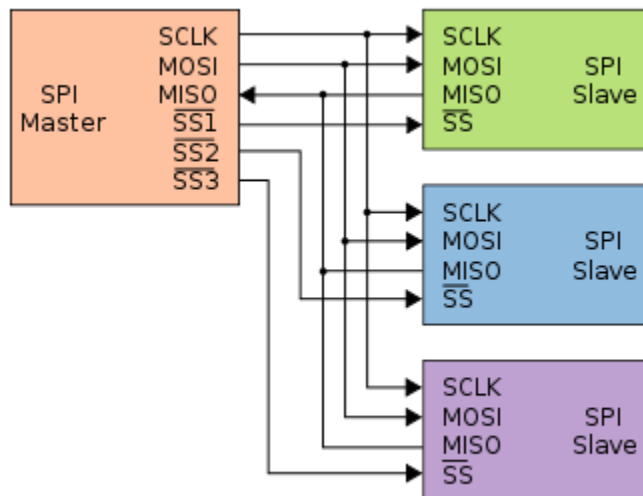


Рис.1.7. SPI шина: один ведучий, три незалежні (паралельні) ведені

Для передачі даних в інтерфейсі SPI використовуються чотири сигнали:

- MOSI або SI — вихід ведучого, вхід веденого (англ. *Master Out Slave In*). Служить для передачі даних від ведучого пристрою до веденого.

- MISO або SO — вхід ведучого, вихід веденого (англ. *Master In Slave Out*). Служить для передачі даних від веденого пристрою до ведучого.
- SCLK або SCK — послідовний тактовий сигнал (англ. *Serial Clock*). Служить для передачі тактового сигналу для ведених пристроїв.
- CS або SS<sup>[1]</sup> — сигнал початку/завершення сеансу зв'язку (вибору веденого пристрою для передачі/читання даних; англ. *Chip Select, Slave Select*). По завершенні обміну даних має бути знятий, що дозволить приймачу даних вийти з режиму читання/запису та перейти до режиму обробки даних.

Переваги стандарту:

- Полнодуплексная передача даних за замовчуванням.
- Більш висока пропускна здатність у порівнянні з I<sup>2</sup>C або SMBus.
- Можливість довільного вибору довжини пакета, довжина пакета не обмежена вісьмома бітами.
- Простота апаратної реалізації:
- більш низькі вимоги до енергоспоживання в порівнянні з I<sup>2</sup>C і SMBus;
- можливе використання в системах з низькостабільною тактовою частотою;
- веденим пристроям не потрібен унікальний адресу, на відміну від таких інтерфейсів, як I<sup>2</sup>C, GPIB або SCSI.
- Використовується тільки чотири виводу, що набагато менше, ніж для паралельних інтерфейсів.
- Односпрямований характер сигналів дозволяє при необхідності легко організувати гальванічну розв'язку між ведучим і веденими пристроями.
- Максимальна тактова частота обмежена тільки швидкістю пристроїв, що беруть участь в обміні даними.

Інтерфейс SPI використовується не тільки для передачі даних між мікроконтролерами, а і для підключення до зовнішніх АЦП (аналого-цифрового перетворювача) або ЦАП (цифро-аналогового перетворювача),

мікросхем пам'яті SRAM, FRAM. Варто зазначити, що SD карти пам'яті, які ми використовуємо у своїх пристроях підтримують такий інтерфейс.

1.2.3. Інтерфейс передачі даних UART. Інтерфейс UART та його фізичний рівень RS-232 був створений для підключення периферії до персонального комп'ютера. В даному інтерфейсі дані передаються по RxD (прийом даних) та TxD (передача даних). Через те, що інтерфейс має не складні алгоритми та має можливість двосторонньої передачі даних, інтерфейс UART широко використовується як стандартний послідовний інтерфейс передачі даних між різними пристроями. Наприклад, мікроконтролери сімейства AVR, ARM, PIC та багато інших містять вбудовану апаратну реалізацію інтерфейсу UART, через цей протокол можуть бути підключенні деякі з пристроїв [2-5].

Універсальний асинхронний прийомопередавач (УАПП, англ. Universal Asynchronous Receiver-Transmitter, UART) - вузол обчислювальних пристроїв, призначений для зв'язку з іншими цифровими пристроями. Перетворює заданий набір даних в послідовний вид так, щоб було можливо передати їх по цифровій лінії іншому аналогічному влаштуванню. Метод перетворення добре стандартизований і широко застосовувався в комп'ютерній техніці.

Являє собою логічну схему, з одного боку підключену до шини обчислювального пристрою, а з іншого має два або більше висновків для зовнішнього з'єднання.

UART може бути окремою мікросхемою або бути частиною великої інтегральної схеми. Використовується для передачі даних через послідовний порт комп'ютера, часто вбудовується в мікроконтролери.

Передача даних в UART здійснюється по одному біту в рівні проміжки часу. Цей часовий проміжок визначається заданою швидкістю UART і для конкретного з'єднання вказується в бодах (що в даному випадку відповідає бітам в секунду). Існує загальноприйнятий ряд стандартних швидкостей: 300;

600; 1200; 2400; 4800; 9600; 19200; 38400; 57600; 115200; 230400; 460800; 921600 бод.

Крім власне інформаційного потоку UART автоматично вставляє в потік синхронізуючі мітки, так звані стартовий і стоповий біти. При прийомі ці зайві біти видаляються з потоку. Зазвичай стартовий і стоповий біти обрамляють один байт інформації (8 біт), проте зустрічаються реалізації UART, які дозволяють передавати по 5,6,7, 8 або 9 біт. Обрамлені стартом і стопом біти є мінімальною послідовністю. Деякі реалізації UART дозволяють вставляти два степових біта при передачі для зменшення ймовірності розсинхронізації приймача і передавача при щільному трафіку. Приймач ігнорує другий стоповий біт, сприймаючи його як коротку паузу на лінії.

Прийнято угоду, що пасивним (у відсутність потоку даних) станом входу і виходу UART є логічна 1. Стартовий біт завжди логічний 0, тому приймач UART чекає перепаду з 1 в 0 і відраховує від нього часовий проміжок в половину тривалості біта (середина передачі стартового біта). Якщо в цей момент на вході все ще 0, то запускається процес прийому мінімальної послідовності. Для цього приймач відраховує 9 бітових тривалостей поспіль (для 8-біт даних) і в кожен момент фіксує стан входу. Перші 8 значень є прийнятими даними, останнє значення перевіряє (стоп-біт). Значення стоп-біта завжди 1, якщо реально прийняте значення інше, UART фіксує помилку.

Для формування часових інтервалів передавальний і приймальний UART мають джерело точного часу (тактування). Точність цього джерела повинна бути такою, щоб сума похибок (приймача і передавача) установки часового інтервалу від початку стартового імпульсу до середини стопового імпульсу не перевищувала половини (а краще хоча б чверті) бітового інтервалу. Для 8-біт послідовності  $0,5 / 9,5 = 5\%$  (в реальності не більше 3%). Оскільки ця сума помилок приймача і передавача плюс можливі спотворення сигналу в лінії, то рекомендований допуск на точність тактування UART не більше 1,5%.

Оскільки синхронізуючі біти займають частину бітового потоку, то результуюча пропускна здатність UART не дорівнює швидкості з'єднання. Наприклад, для 8-бітних посилок формату 8-N-1 синхронізуючі біти займають 20% потоку, що для фізичної швидкості 115 200 бод дає бітову швидкість даних 92160 біт / с або 11 520 байт / с.

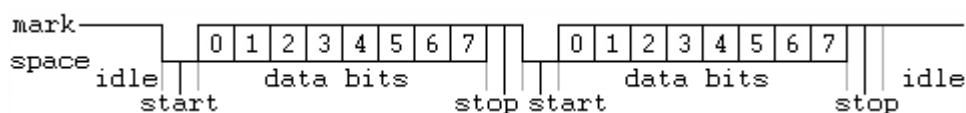


Рис.1.8. Структура пакету даних UART

Багато реалізації UART мають можливість автоматично контролювати цілісність даних методом контролю бітової парності. Коли ця функція включена, останній біт даних в мінімальній послідовності («біт парності») контролюється логікою UART і містить інформацію про парність кількості одиничних біт в цій мінімальній послідовності. Розрізняють контроль на парність (Even parity), коли сума кількості одиничних біт в послідовності є парним числом, і контроль на непарність (Odd parity), коли ця сума нечетна. При прийомі такої послідовності UART може автоматично контролювати біт парності і виставляти відповідні ознаки правильного чи помилкового прийому.

Перша цифра позначає кількість біт даних, наприклад 8.

Буква позначає наявність і тип біта парності. Зустрічаються N (No parity) - без біта парності; E (Even parity) - з бітом перевірки на парність, O (Odd parity) - з бітом перевірки на непарність;

Остання цифра позначає тривалість стоп-біту. Зустрічаються значення 1, 1.5 і 2 для тривалості стоп-біта в 1, 1.5 і 2 бітових інтервалу відповідно.

Наприклад, запис 8-N-1 позначає що UART налаштований на 8 біт даних без біта парності і один стоповий біт. Для повноти параметрів цей запис постачають зазначенням швидкості UART, наприклад 9600/8-N-1.

Логічна схема UART має входи-виходи з логічними рівнями, відповідними напівпровідникової технології схеми: КМОП, ТТЛ і т. Д. Такий

фізичний рівень може бути використаний в межах одного пристрою, однак непридатний для комутованих довгих сполук унаслідок низької захищеності від електричного руйнування і завадостійкості . Для таких випадків були розроблені спеціальні фізичні рівні, такі, як струмова петля, RS-232, RS-485, LIN і тому подібні.

Існують фізичні рівні UART для складних середовищ. У певному сенсі стандартний комп'ютерний телефонний модем також можна назвати специфічним фізичним рівнем асинхронного інтерфейсу. Існують спеціальні мікросхеми дротових модемів, зроблених спеціально як фізичний рівень асинхронного інтерфейсу (тобто протокольно прозорі). Випускається також радіоканальний фізичний рівень у вигляді модулів радіоприймачів і радіопередавачів.

Для перетворення логічних входів-виходів UART в сигнали відповідного фізичного рівня застосовують спеціальні електронні схеми, іменовані драйверами. Для всіх популярних фізуровней існують інтегральні драйвери у вигляді мікросхем.

Широке поширення UART в цифровій техніці зумовило вбудовування підтримки цього інтерфейсу в API багатьох операційних систем. Як правило цей інтерфейс фігурує в документації ОС як СОМ-порт іліпослєдовательний порт.

Тільки в дуже рідких завданнях допустимо слати через UART прямий потік даних. Як правило, необхідно вказувати початок і кінець блоку даних; забезпечувати контроль цілісності даних і виконувати відновлення втрачених елементів; управляти потоком даних для запобігання перевантаження вхідного буфера і т. п. Для цих та багатьох інших цілей придумують протоколи зв'язку - угоди про спеціальні наборах даних, якими обмінюються обидві обчислювальні системи для успішного виконання завдання щодо встановлення зв'язку і передачі основних даних. Алгоритми протоколів залежать від завдань які поставлені перед системою і особливостей фізичного

рівня UART. Алгоритм протоколу зазвичай реалізуються програмно а не апаратно.

Існує велика кількість різноманітних протоколів зв'язку, призначених для використання з UART. Найбільш відомі:

MODBUS. Сімейство протоколів типу «запит-відповідь», популярне в промисловій автоматичі. Орієнтовані на управління обладнанням короткими командами.

AT-команди телефонних модемів. Набір текстових команд, що дозволяють управляти роботою модему при встановленні з'єднання.

PPP - протокол широко використовувався при підключеннях до інтернету через модем. Дозволяв виконувати аутентифікацію користувача у провайдера, шифрувати дані і т. П.

IrDA - сімейство протоколів для оптичного бездротового фізичного рівня.

1.2.4. Інтерфейс передачі даних USB. USB (Universal Serial Bus) — послідовний інтерфейс передачі даних для середньошвидкісних і низькошвидкісних периферійних пристроїв в обчислювальній техніці [2-5].

Для підключення периферійних пристроїв до шини USB використовується чотириох кабель, при цьому два дроти (вита пара) в диференціальному включенні використовуються для прийому і передачі даних, а два дроти - для живлення периферійного пристрою без власного джерела живлення (максимальна сила струму не повинна перевищувати 500 мА , у USB 3.0 - 900 мА).

Кабель USB (до 2.0 включно) складається з 2 провідника живлення та 2 провідника даних в кручений парі - і заземленою обплетення (екрана).

USB підтримує «гаряче» підключення і відключення пристроїв. Це досягнуто збільшеною довжиною заземлюючого контакту роз'єму по відношенню до сигнальних. При підключенні роз'єму USB першими замикаються заземляючі контакти, потенціали корпусів двох пристроїв



стають рівні і подальше з'єднання сигнальних провідників не призводить до перенапруження, навіть якщо пристрої живляться від різних фаз силовий трифазної мережі.

На логічному рівні пристрій USB підтримує транзакції прийому і передачі даних. Кожен пакет кожної транзакції містить в собі номер кінцевої точки (endpoint) на пристрої. При підключенні пристрою драйвери в ядрі ОС читають із пристрою список кінцевих точок і створюють керуючі структури даних для спілкування з кожною кінцевою точкою пристрою. Сукупність кінцевої точки і структур даних в ядрі ОС називається каналом (pipe).

Кінцеві точки, а значить, і канали, відносяться до одного з 4 класів - потоковий (bulk), керуючий (control), ізохронний (isoch) і переривання (interrupt). Низькошвидкісні пристрої, такі, як миша, не можуть мати ізохронні і поточкові канали.

Керуючий канал призначений для обміну з пристроєм короткими пакетами «питання-відповідь». Будь-який пристрій має керуючий канал 0, який дозволяє програмному забезпеченню ОС прочитати коротку інформацію про пристрій, в тому числі коди виробника і моделі, що використовуються для вибору драйвера, і список інших кінцевих точок.

Канал переривання дозволяє доставляти короткі пакети і в тому, і в іншому напрямку, без отримання на них відповіді/підтвердження, але з гарантією часу доставки - пакет буде доставлений не пізніше, як через N мілісекунд. Наприклад, використовується в пристроях введення (клавіатури/миші/джойстики).

Ізохронний канал дозволяє доставляти пакети без гарантії доставки і без відповідей/підтверджень, але з гарантованою швидкістю доставки в N пакетів на один період шини (1 КГц у low і full speed, 8 МГц у high speed). Використовується для передачі аудіо-та відеоінформації.

Потоковий канал дає гарантію доставки кожного пакета, підтримує автоматичну призупинення передачі даних по небажанню пристрої

(переповнення або спустошення буфера), але не дає гарантій швидкості і затримки доставки. Використовується, наприклад, в принтерах і сканерах.

Час шини ділиться на періоди, на початку періоду контролер передає всієї шині пакет «початок періоду». Далі протягом періоду передаються пакети переривань, потім ізохронні в необхідній кількості, в час, що залишився в періоді передаються керуючі пакети і в останню чергу потокові.

Активною стороною шини завжди є контролер, передача пакета даних від пристрою до контролера реалізована як коротке питання контролера і довгий, що містить дані, відповідь пристрою. Розклад руху пакетів для кожного періоду шини створюється спільним зусиллям апаратури контролера і ПО драйвера, для цього багато контролери використовують вкрай складний DMA зі складною DMA-програмою, формованої драйвером.

Розмір пакета для кінцевої точки є вшита в таблицю кінцевих точок пристрої константа, зміні не підлягає. Він вибирається розробником пристрою з числа тих, що підтримуються стандартом USB.

Призначення USB-пристроїв визначається кодами класів, які повідомляються USB-хосту для завантаження необхідних драйверів. Коди класів дозволяють уніфікувати роботу з однотипними пристроями різних виробників. Пристрій може підтримувати один або кілька класів, кількість яких визначається кількістю кінцевих точок (USB endpoints).

### 1.3. Стандарти безпроводних інтерфейсів передачі даних

1.3.1. Безпроводний інтерфейс передачі даних Wi-Fi. Wi-Fi - торгова марка Wi-Fi Alliance для бездротових мереж на базі стандарту IEEE 802.11. Під аббревіатурою Wi-Fi (Wireless Fidelity) розвивається ціле сімейство стандартів передачі цифрових потоків даних по радіоканалах [5].

Зазвичай схема Wi-Fi мережі містить не менше однієї точки доступу і не менше одного клієнта. Також можливе підключення двох клієнтів в режимі точка-точка (Ad-hoc), коли точка доступу не використовується, а

клієнти з'єднуються за допомогою мережевих адаптерів «напрямую». Точка доступу передає свій ідентифікатор мережі (SSID) за допомогою спеціальних сигнальних пакетів на швидкості 0,1 Мбіт/с кожні 100 мс. Тому 0,1 Мбіт / с - найменша швидкість передачі даних для Wi-Fi. Знаючи SSID мережі, клієнт може з'ясувати, чи можливе підключення до даної точки доступу. При попаданні в зону дії двох точок доступу з ідентичними SSID приймач може вибирати між ними на підставі даних про рівень сигналу. Стандарт Wi-Fi дає клієнту повну свободу при виборі критеріїв для з'єднання.

Стандарт не описує всіх аспектів побудови бездротових локальних мереж Wi-Fi. Тому кожен виробник устаткування вирішує цю задачу по-своєму, застосовуючи ті підходи, які він вважає найкращими з тієї чи іншої точки зору. Тому виникає необхідність класифікації способів побудови бездротових локальних мереж.

За способом об'єднання точок доступу в єдину систему можна виділити:

- Автономні точки доступу
- Точки доступу, що працюють під управлінням контролера
- Безконтролерні, але не автономні (керовані без контролера)
- За способом організації та управління радіоканалами можна

виділити бездротові локальні мережі:

- Зі статичними настройками радіоканалів
- З динамічними (адаптивними) настройками радіоканалів
- З багатошаровою структурою радіоканалів

Переваги Wi-Fi

1. Дозволяє розгорнути мережу без прокладки кабелю, що може зменшити вартість розгортання або розширення мережі.
2. Дозволяє мати доступ до мережі мобільним пристроям.
3. Wi-Fi пристрої широко поширені на ринку. Гарантується сумісність обладнання завдяки обов'язковій сертифікації обладнання з логотипом Wi-Fi.

4. Випромінювання від Wi-Fi пристроїв у момент передачі даних на порядок (в 10 разів) менше, ніж у стільникового телефону.

#### Недоліки Wi-Fi

В діапазоні 2,4 GHz працює безліч пристроїв, таких як пристрої, що підтримують Bluetooth, та ін, і навіть мікрохвильові печі, що погіршує електромагнітну сумісність.

Виробниками обладнання вказується швидкість на L1 (OSI), але насправді в Wi-Fi передається багато службової інформації. Тому швидкість передачі даних на L2 (OSI) в Wi-Fi мережі завжди нижче заявленої швидкості на L1 (OSI). Реальна швидкість залежить від кількості службового трафіку, яка залежить вже від наявності між пристроями фізичних перепон (меблі, стіни), наявності перешкод від інших бездротових пристроїв або електронної апаратури, розташування пристроїв відносно один одного і т. П.

Використання в промисловості технології Wi-Fi поки що обмежене. Дані технології застосовуються для управління рухомими об'єктами і в складській логістиці, а також коли неможливо прокласти проводові мережі Ethernet. Використання Wi-Fi пристроїв на підприємствах обумовлено високою завадостійкістю, що робить їх зручними в приміщеннях з безліччю металевих конструкцій. Wi-Fi прилади не створюють істотних завад для вузькосмугових радіосигналів.

1.3.2. Безпроводний інтерфейс передачі даних Bluetooth. Bluetooth — стандарт безпроводних персональних мереж (Wireless personal area network, WPAN). Bluetooth забезпечує обмін інформацією між ПК (настільні, кишенькові, ноутбуки), мобільними телефонами, на радіочастоті для ближнього зв'язку. Bluetooth працює в радіусі до 100 метрів (дальність сильно залежить від завад і перешкод), навіть у різних приміщеннях [6].

Радіозв'язок Bluetooth здійснюється в ISM-діапазоні (Industry, Science and Medicine), який використовується в різних побутових приладах і бездротових мережах (вільний від ліцензування діапазон 2,4-2,4835 ГГц). В

Bluetooth застосовується метод розширення спектра зі стрибкоподібною перебудовою частоти (Frequency Hopping Spread Spectrum, FHSS). Метод FHSS простий в реалізації, забезпечує стійкість до широкосмугових завад, а обладнання недороге.

За алгоритмом FHSS, в Bluetooth несуча частота сигналу стрибкоподібно змінюється 1600 разів в секунду (всього виділяється 79 робочих частот шириною в 1 МГц, а в Японії, Франції та Іспанії смуга - 23 частотних канали). Послідовність перемикання між частотами для кожного з'єднання є псевдовипадковою і відома тільки передавачу і приймачу, які кожні 625 мкс (один часовий слот) синхронно перебудовуються з одної несучої частоти на іншу. Таким чином, якщо поруч працюють кілька пар приймач-передавач, то вони не заважають один одному. Цей алгоритм є також складовою частиною системи захисту переданої інформації: перехід відбувається за псевдовипадковим алгоритмом і визначається окремо для кожного з'єднання. При передачі цифрових даних і аудіосигналу (64 кбіт / с в обох напрямках) використовуються різні схеми кодування: аудіосигнал не повторюється, а цифрові дані у випадку втрати пакета інформації будуть передані повторно.

Протокол Bluetooth підтримує не тільки з'єднання «point-to-point», а й з'єднання «point-to-multipoint».

1.3.3. Безпроводний інтерфейс передачі даних ZigBee. ZigBee — специфікація мережевих протоколів верхнього рівня (рівня додатків API і мережевого рівня NWK), що використовують сервіси нижніх рівнів - рівня управління доступом до середовища MAC і фізичного рівня PHY, регламентованих стандартом IEEE 802.15.4. ZigBee і IEEE 802.15.4 описують бездротові персональні обчислювальні мережі (WPAN). Специфікація ZigBee орієнтована на задачі, що вимагають гарантованої безпечної передачі даних при відносно невеликих швидкостях і можливості тривалої роботи мережевих пристроїв від автономних джерел живлення (батареї) [6].

Основна особливість технології ZigBee полягає в тому, що вона при малому енергоспоживанні підтримує не тільки прості топології мережі («точка-точка», «дерево» і «зірка»), а й самоорганізована і самовідновлювана стільникова (mesh) топологія з ретрансляцією і маршрутизацією повідомлень. Крім того, специфікація ZigBee містить можливість вибору алгоритму маршрутизації, в залежності від вимог програми та стану мережі, механізм стандартизації пристроїв - профілі пристроїв, бібліотеки стандартних кластерів, кінцеві точки, прив'язки, гнучкий механізм безпеки, а також забезпечує простоту розгортання, обслуговування та модернізації.

Основними областями застосування технології ZigBee є бездротові сенсорні мережі, автоматизація житла («Розумний будинок» і «Інтелектуальна будівля»), медичне обладнання, системи промислового моніторингу та управління, а також побутова електроніка і «периферія» персональних комп'ютерів.

Переваги:

- Здатність до самоорганізації та самовідновлення,
- стільникова (mesh-) топологія,
- захищеність,
- висока стійкість перед завадами,
- низьке енергоспоживання
- відсутність необхідності отримання частотного дозволу
- можливість побудови бездротової інфраструктури систем позиціонування в режимі реального часу (RTLS).

ZigBee - стандарт високорівневих протоколів зв'язку, що використовують невеликі, малопотужні цифрові трансівери (прийомопередавачі), заснований на стандарті IEEE 802.15.4-2006 для бездротових персональних мереж. Технологія визначається специфікацією ZigBee, розробленої з метою бути простішою і дешевшою, ніж інші персональні мережі, такі як Bluetooth. ZigBee призначений для

радіочастотних пристроїв, де необхідна тривала робота від батарейок і безпека передачі даних по мережі.

Протоколи ZigBee розроблені для використання у вбудованих пристроях, що вимагають низьку швидкість передачі даних і низьке енергоспоживання. Мережа може використовуватися в промисловому контролі, вбудованих датчиках, зборі медичних даних, сповіщенні про вторгнення або задимлення, будівельної та домашньої автоматизації і т. д.

Застосування:

- Домашні розваги і контроль - раціональне освітлення, температурний контроль, охорона і безпека, фільми і музика.
- Домашнє оповіщення - датчики води та енергії, моніторинг енергії, датчики задимлення і пожежі.
- Мобільні служби - мобільні оплата, моніторинг і контроль, охорона та контроль доступу, охорона здоров'я та теле-медицина.
- Комерційне будівництво - моніторинг енергії, світла, контроль доступу.
- Промислове обладнання - контроль процесів, промислових пристроїв, управління енергією і майном.

Існують три різних типи пристроїв ZigBee.

Координатор ZigBee (ZC) - найбільш відповідальний пристрій, формує шляхи древа мережі і може зв'язуватися з іншими мережами. У кожній мережі є один координатор ZigBee. Він і запускає мережу від початку. Він зберігає інформацію про мережу, виступає як довірений центр і зберігає ключі безпеки.

Маршрутизатор ZigBee (ZR) - Маршрутизатор може виступати в якості проміжного маршрутизатора, передаючи дані з інших пристроїв. Він також може запускати функцію для кожного пристрою.

Кінцеве пристрій ZigBee (ZED) - його функціональна навантаженість дозволяє йому обмінюватися інформацією з координатором або маршрутизатором, він не може передавати дані з інших пристроїв. Таке стан

дозволяє пристрою перебувати в сплячому стані, що економить енергію батарей. ZED вимагає мінімальну кількість пам'яті, і тому може бути дешевшим у виробництві, ніж ZR або ZC.

#### 1.4. Медичні стандарти передачі даних

Health Level — 7 або HL7 — це міжнародні стандарти збереження, передачі медичної інформації та адміністративних даних пов'язаних з охороною здоров'я у програмному забезпеченні [7]. Стандарти сфокусовані на прикладному рівні, який є «шаром 7» в моделі OSI. Тобто є надбудовою над всім протоколом передачі даних. Стандарти HL7 розроблюються міжнародною організацією з розробки стандартів Health Level Seven International і імплементуються іншими органами, що видають стандарти, такими як Американський національний інститут стандартів (ANSI) та Міжнародна організація стандартизації (ISO), а також іншими національними установами, наприклад, ДСТУ.

Заклади охорони здоров'я та інші організації, що надають медичні послуги, як правило, мають різні комп'ютерні системи, що використовуються для автоматизації усіх процесів, починаючи від білінгових записів до відстеження станів пацієнтів. Всі ці системи повинні взаємодіяти між собою або мати інтерфейс (API) який будуть «розуміти» різні програми і разом з тим гарантувати точність і правильність переданої та прийнятої інформації.

HL7 International визначає цілий ряд гнучких стандартів, інструкцій та методологій, за допомогою яких різні комп'ютерні системи медичних установ можуть взаємодіяти між собою. Такі настанови або стандарти даних — це набір правил, які дозволяють обмінюватися інформацією та обробляти їх з універсальним підходом. Ці стандарти даних призначені для того, щоб заклади охорони здоров'я могли легко обмінюватися клінічною інформацією. Теоретично ця здатність обмінюватися інформацією повинна допомогти звести до мінімуму тенденцію до географічної ізоляції медичної допомоги.



Стандарти HL7 націлені на побудову системи “Цифрова лікарня”, як для випадку невеликої амбулаторії рис.1.9 так і для великої лікарні рис.1.10.

Основні стандарти HL7 (Primary Standards).

Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR®) — це система стандартів наступного покоління, створена HL7. FHIR поєднує в собі найкращі характеристики версій HL7 версії 2, версії 3 та CDA®, використовуючи найновіші веб-стандарти. Рішення FHIR будуються з набору модульних компонентів, що називаються «Ресурси». Ці ресурси легко можуть бути зібрані в робочі системи, які вирішують реальні клінічні та адміністративні проблеми.

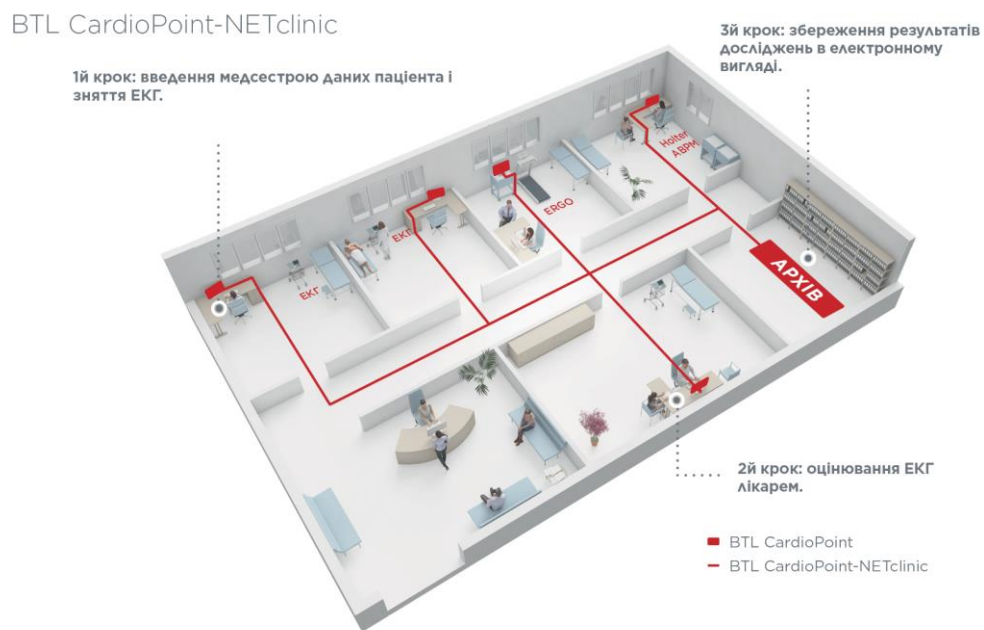


Рис.1.9. Приклад використання стандарту HL7 у невеликій амбулаторії

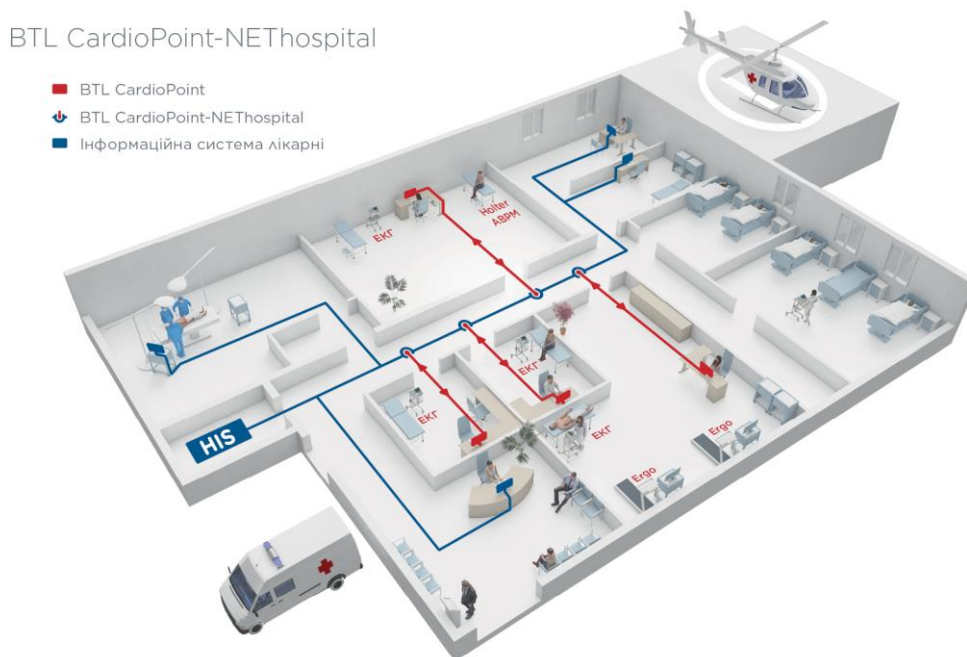


Рис.1.10. Приклад використання стандарту HL7 у лікарні

Messaging Standard Version 2.x — стандарт передачі повідомлень є фундаментом електронного обміну даними в клінічній сфері та, можливо, найбільш широко впровадженим стандартом охорони здоров'я у світі.

Messaging Standard Version 3 — специфікація інтеперабельності для операцій передачі медичних даних між пристроями та програмами на базі RIM.

Clinical Document Architecture (CDA) — Архітектура клінічного документу, це стандарт розмітки документів, який визначає структуру та семантику «клінічних документів» з метою обміну між закладами охорони здоров'я.

Clinical Context Object Workgroup (CCOW) — специфікація сумісності для візуальної інтеграції користувацького програмного забезпечення.

### 1.5. Висновки до розділу 1

При під'єднанні сучасних медичних приладів (електрокардіографів, електроенцефалографів, спірографів та ін.) до ПК широко використовуються

як проводові так і безпроводні інтерфейси і стандарти передачі даних. Найбільш поширеними в таких випадках є: проводовий USB та безпроводний Bluetooth.

При конструюванні медичної апаратури використовують стандартні шини та інтерфейси передачі даних для обміну інформацією та керування апаратом як в середині конструкції так і з зовнішнім середовищем. Зазвичай використовують: проводові USB, SPI, UART, I<sup>2</sup>C та безпроводні Bluetooth, Wi-Fi, XBee.

Міжнародні стандарти Health Level, які призначені для збереження, передачі медичної інформації та адміністративних даних пов'язаних з охороною здоров'я у програмному забезпеченні. Стандарти сфокусовані на прикладному рівні, який є «шаром 7» в моделі OSI, тобто є надбудовою над всіма протоколами передачі даних. Ці стандарти потребують розробки методів та засобів узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею для побудови системи “Цифрова лікарня”.

## РОЗДІЛ 2

### ПОБУДОВА МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ УЗГОДЖЕННЯ ВИХІДНИХ ЦИФРОВИХ ПОТОКІВ МЕДИЧНИХ ПРИЛАДІВ З БЕЗПРОВІДНОЮ МЕРЕЖЕЮ

#### 2.1. Структурна схема пристрою узгодження вихідних цифрових потоків

Приєднання різноманітних медичних пристроїв до Raspberry Pi 3 виконується з використанням аналогових або цифрових входів роз'єму GPIO та стандартних інтерфейсів і протоколів — прозоводових USB, SPI, UART, I<sup>2</sup>C, та безпроводного Bluetooth. Для з'єднання з іншими пристроями та комп'ютерними мережами використовуються стандартні протоколи безпроводного та прозоводового зв'язку — Wi-Fi, XBee, Ethernet. Структурна схема пристрою, що виконує всі ці функції наведена на рис.2.1.

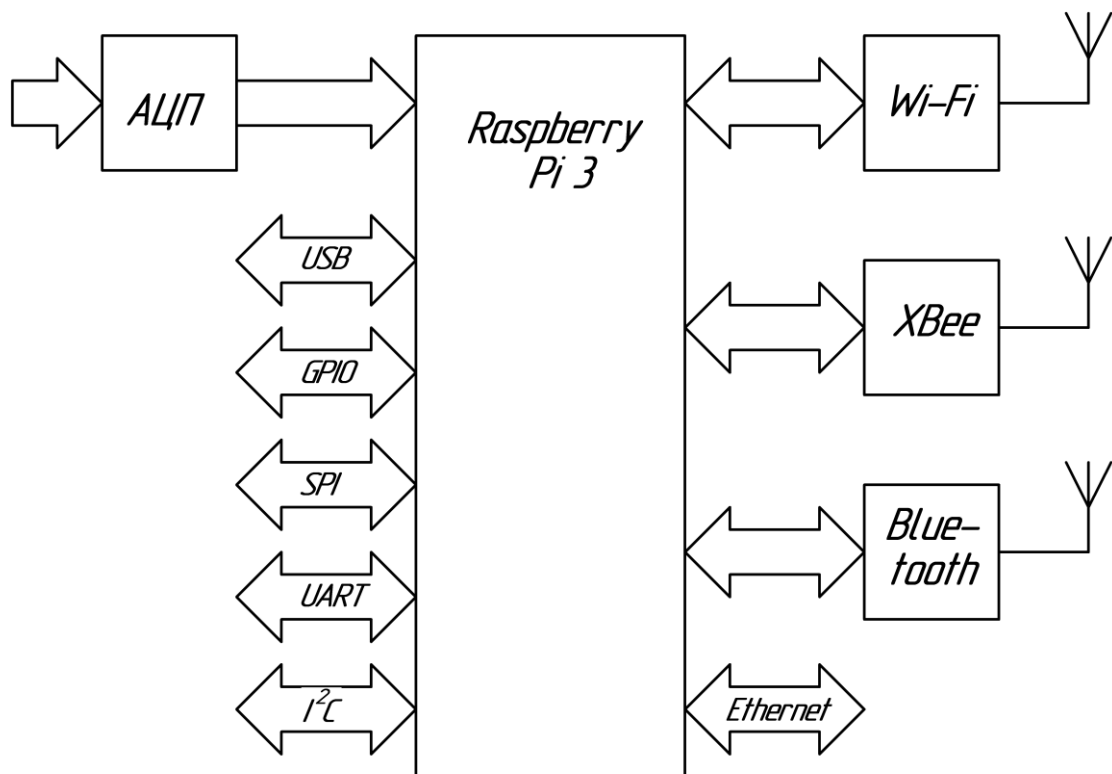


Рис.2.1. Структурна схема пристрою узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею

У випадку коли медичний прилад не має цифрових виходів або стандартних інтерфейсів і протоколів, як наприклад деякі з електрокардіографів, то є можливість використання зовнішнього аналого-цифрового перетворювача (АЦП).

Виготовити такий пристрій узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею не складно оскільки він складається з готових модулів які з'єднуються між собою рис. 2.2.



Рис. 2.2. Пристрій узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею, що складається з:

- 1) Міні комп'ютера Raspberry Pi 3;
- 2) Плати розширення ARPI600 з модулем XBee;
- 3) Плати розширення IO Expansion Shield з роз'ємом XBee та додатковим модулем Wi-Fi з антеною.

Така конструкція пристрою забезпечує гнучкість при зміні функцій які має виконувати пристрій.

Розроблений пристрій узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею фактично виконує роль і функції міні сервера, який може об'єднувати декілька медичних пристроїв і підмереж (проводових USB, SPI, I<sup>2</sup>C і безпроводних Bluetooth, Wi-Fi, XBee).

Також пристрій може бути приєднаний до проводової мережі і виконувати функції роутера. Виконання конкретних функцій пристроєм програмується і налаштовується згідно потреб мережі лікарні.

## 2.2. Апаратні засоби пристрою узгодження вихідних цифрових потоків

2.2.1. Архітектура Raspberry Pi 3 Model B. Raspberry Pi 3 Model B – мікро комп'ютер створений на базі 64-бітного чотири ядерного ARM v8 Cortex-A53 процесора, який виготовленою компанією Broadcom Soc BCM2837 (рис.2.3) з тактовою частотою 1.3 ГГц, із графічним процесором двома ядрами Video Core IV Multimedia, що підтримує технології Open GL ES 2.0, та апаратне прискорення за технологією Open VG і виконує 1080p30 H.264 декодування. Raspberry Pi 3 оснащена оперативною пам'яттю SDRAM LPDDR2 лише на 1 ГБ. Зовні Raspberry Pi 3 Model B (RPI3) не значно відрізняється від попередньої моделі Raspberry Pi 2 Model B (Rpi2). Але, Raspberry Pi 3 більш сучасний мікро комп'ютер, який забезпечує на 60% вищу продуктивність, у порівнянні з попередньою моделлю.

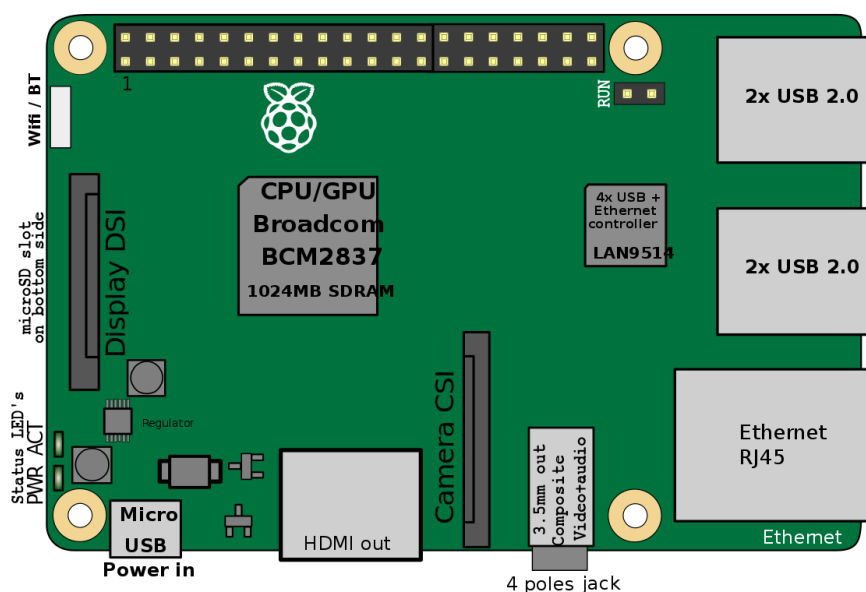


Рис. 2.3. Функціональне оснащення Raspberry Pi 3 Model B

Raspberry Pi 3 підтримує приєднання до мережі Ethernet та доповнений вбудованим Wifi 802.11n і Bluetooth (підтримка Bluetooth 4.1 і Bluetooth Low Energy), спільна SMD антена встановлена в лівому верхньому куті плати.

Raspberry Pi 3 має 40-піновий роз'єм GPIO рис. 2.4, яких уможлиблює приєднання пристроїв за допомогою наступних інтерфейсів SPI, I<sup>2</sup>C, UART. Також на платі є інтерфейс для приєднання дисплея MIPI DSI (Display Serial Interface), та інтерфейс відеокамери MIPI CSI-2 (Camera Serial Interface), HDMI, універсальний аудіо роз'єм та композитне відео.

Живлення Raspberry Pi 3 Model B забезпечується від +5В адаптера через роз'єм micro-usb або виводи живлення із силою струму не менше 2 А.

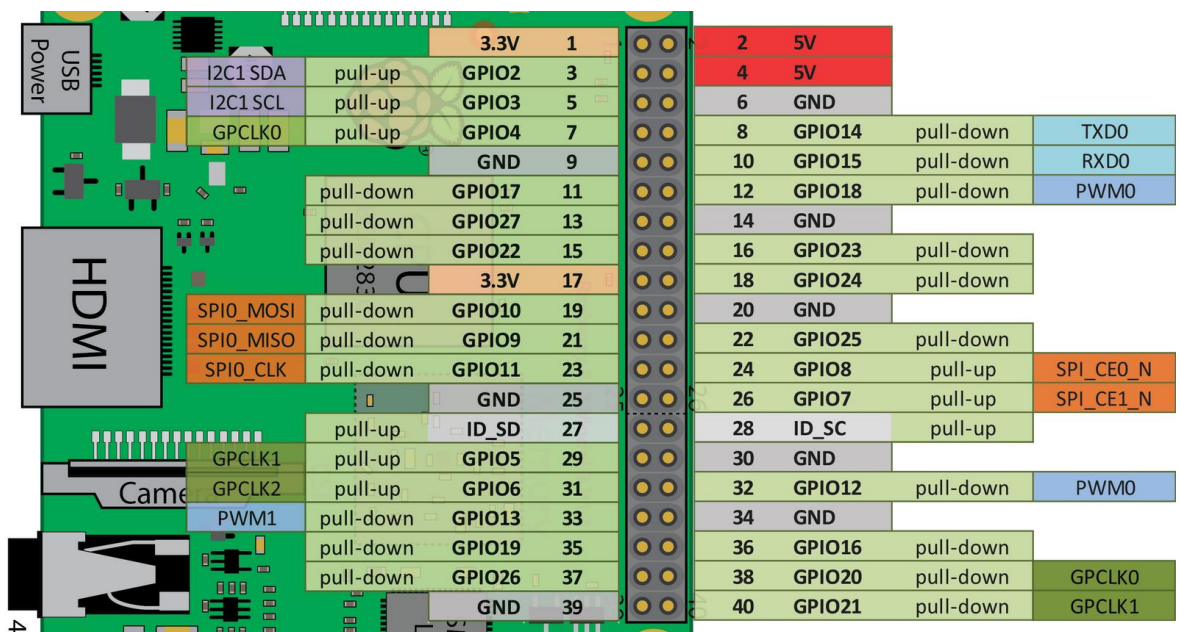


Рис. 2.4. Функціональне призначення виводів роз'єм GPIO в Raspberry Pi 3 Model B

Виводи роз'єму GPIO уможливають приєднання пристроїв за допомогою наступних інтерфейсів:

I<sup>2</sup>C — виводи 3, 5;

UART — виводи 8, 10;

SPI — виводи 19, 21, 23.

2.2.2. Плата розширення ARPI600. ARPI600 — плата розширення (рис.2.5) для Raspberry Pi, яка уможливорює під'єднання модулів Raspberry Pi 3 та модулів Arduino через інтерфейс GPIO. Плата ARPI600 підтримує бездротові пристрої та модулі з протоколом XBee. Плата є сумісною з Raspberry Pi 3B.

Особливості плати:

- XBee коннектор для підключення XBee модулів
- GPIO Інтерфейс для підключення різноманітних датчиків
- Має власний конвертор USB-UART, який можна використати, як XBee USB адаптер
- Має встановлений 11-канальний 10-бітний 38K SPS АЦП (6 каналів для інтерфейсу, 5 каналів для датчиків)
- RTC.

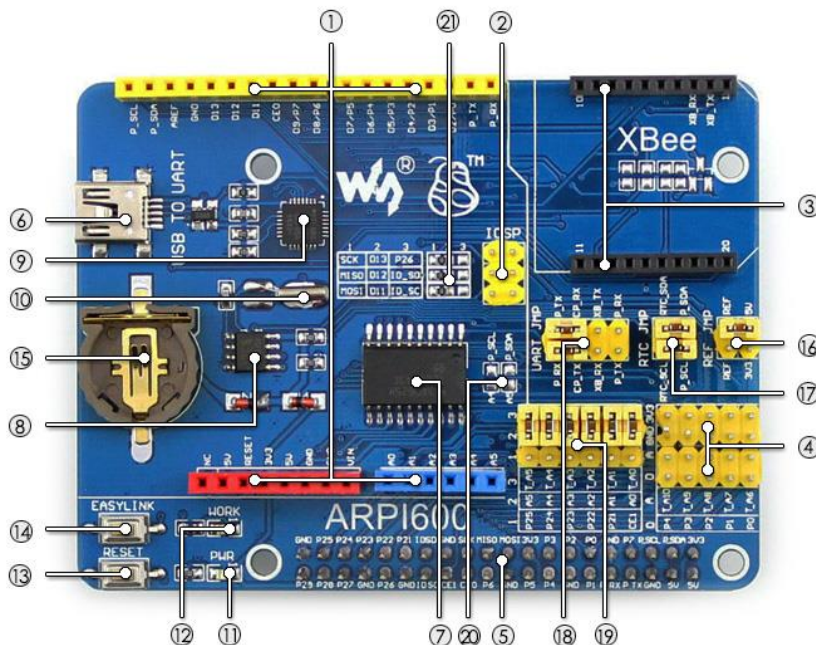


Рис. 2.5. Плата розширення ARPI600

1. Arduino connector: які використовуються для підключення шилдів Arduino
2. ICSP interface
3. XBee connector: підключення XBee модулів
4. Sensor interface : підключення датчиків



5. Raspberry Pi connector GPIO на 40 контактів
6. USB – UART конвертер
7. TLC1543 : АЦП
8. PCF8563 : Годинник реального часу (RTC)
9. Батарея CP2102
10. 32.768 КHz кварцевий резонатор: для RTC
11. Індикатор живлення
12. Індикатор стану XBee
13. Кнопка для скидування (RESET) XBee, Arduino
14. Кнопка запуску XBee EASYLINK
15. Тримач батареї RTC батареї CR1220
16. Дзампер для зміни опорної напруги TLC1543
17. Дзампер RTC
18. Дзампер UART:
19. Дзампер Arduino AD
20. Дзампер Arduino I2C
21. Дзампер Arduino SPI.

2.2.3. Плата розширення IO Expansion Shield. О Expansion Shield — це плата розширення для підключення сенсорів і бездротових модулів серії XBee, рис. 2.6.

Особливості:

- Інтерфейс для підключення сенсорів 3-пін і 4-пін;
- Роз'єм XBee;
- Роз'єм для додаткового модуля WiFi-LPT100.



Рис. 2.6. Плата розширення IO Expansion Shield

Встановлені компоненти та інтерфейси на платі:

- Роз'єм для підключення модулів XBee;
- I<sup>2</sup>C інтерфейс;
- SPI інтерфейс;
- Сенсорний інтерфейс 3-пін (VCC, GND, digital pin);
- Роз'єм для підключення модуля WiFi-LPT100;
- Сенсорний інтерфейс 4-пін (VCC, GND, analog pin, digital pin);
- Перемикач конфігурації VCC: 3.3В або 5В;
- Перемикач вибору налагодження/комунікація;
- Індикатор живлення;
- Індикатори стану Xbee і WiFi-LPT100;
- Кнопки WiFi-LPT100 RELOAD, XBee і WiFi-LPT100 RESET, XBee EASYLINK.

Об'єднавши вказане апаратне забезпечення за структурною схемою рис.2.1, отримуємо пристрій узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею рис. 2.2. Така конструкція забезпечує гнучкість у створенні мережі та уможливорює приєднання різноманітних медичних приладів.

### 2.3. Налаштування роботи пристрою узгодження вихідних цифрових потоків

Для створення пристрою узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею необхідно на мікро комп'ютер Raspberry Pi 3 встановити операційну систему. З багатьох операційних систем доступних для Raspberry Pi 3 вибираємо рекомендовану виробником, найбільш поширену і найбільш функціональну операційну систему Raspbian, яка створена на базі Debian Wheezy.

На даний момент операційна система Raspbian є кращою для створення пристроїв на базі Raspberry Pi 3, однак уже з'явилась операційна система Ubuntu Core спеціально створена для IoT пристроїв з високим рівнем захисту від зламу. Однак Ubuntu Core поки що має недостатньо функціональних модулів і програм для виконання даного пристрою.

Для інсталяції Raspbian на Raspberry Pi 3 необхідно виконати наступні кроки.

1. Скачуємо архів із образом інсталяції із сайту виробника.
2. Розпаковуємо отриманий файл, та отримуємо файл з розширенням .img.
3. Вставляємо Sd-Карту в комп'ютер.
4. Монтуємо встановлений файл (виробник рекомендує Win32Diskimager).
5. Вставляємо в мікро комп'ютер мишу, монітор, клавіатуру, підготовлену згідно попередньої інструкції Sd- картку.
6. Підключаємо живлення до роз'єму micro usb мікро комп'ютера.
7. У вікні Configuration Tool у третьому пункті вибираємо другий варіант, тоді інтерфейсом за замовчуванням буде графічний (LXDE).
8. Натискаємо Done, і починаємо перезавантаження.

9. Якщо з'явиться вікно з вказівкою введення логіна й пароля, вводимо логін pi і пароль raspberry, після чого відкриється робочий стіл.

2.3.1. Налаштування роботи Ethernet. У більшості випадків при роботі з мережами, Ethernet підключається без додаткового настроювання. Щоб це вийшло, потрібно щоб маршрутизатор до якого підключається Raspberry Pi 3 був налаштований сервіс DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol). Цей сервіс працює з маршрутизаторами та призначає Ір- адреси для пристроїв підключених через кабель або Wifi. Приєднання Raspberry Pi 3 до інтернету рис. 2.7. Така адреса змінюється динамічно, що не зручно для побудови постійної мережі, тому необхідно задати постійну адресу.

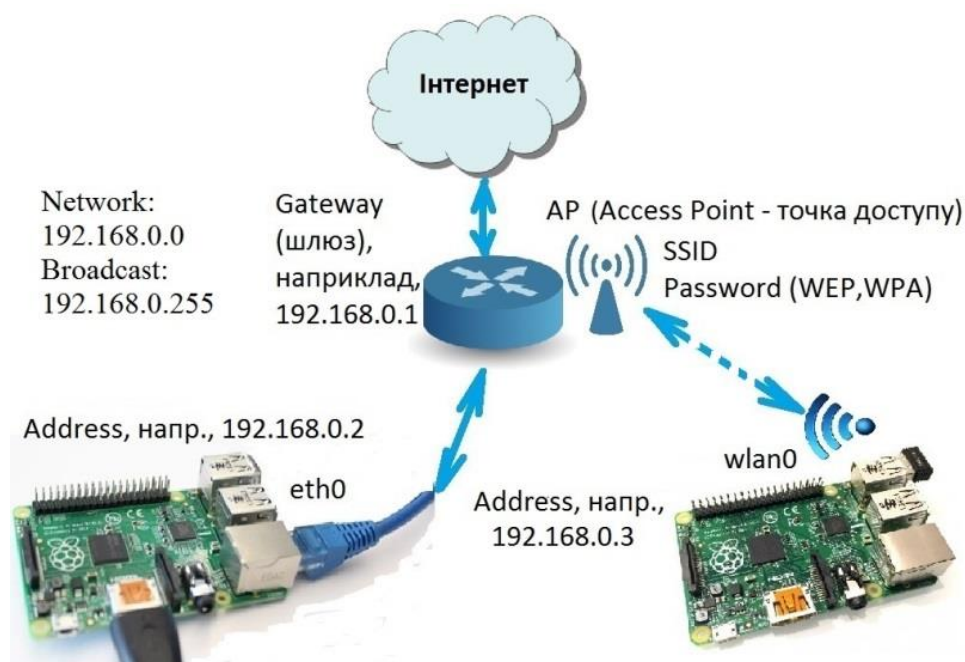


Рис. 2.7. Приєднання Raspberry Pi 3 до інтернету

Щоб визначити IP-адресу, яка призначена Raspberry Pi 3, а також щоб дізнатись параметри мережі, підключимо Raspberry Pi 3 як термінал і задамо команду:

```
sudo ifconfig
```

Збережемо поточну IP-адресу, та інші параметри підмережі: (Bcast) IP і маску (Mask):

```
inet addr: 192.168.0.2
Bcast: 192.168.0.255
Mask: 255.255.255.0
```

Далі дізнаємось IP-адресу шлюза (gateway), використовуючи наступну команду:

```
sudo route -nee
```

і отримаємо адресу шлюзу:

```
Gateway: 192.168.0.1
```

Налаштування локальної мережі проводять використовуючи визначені діапазони ip-адрес і:

- 10.0.0.0 - 10.255.255.255 (маска підмережі 255.0.0.0 або /8)
- 172.16.0.0 - 172.31.255.255 (маска підмережі 255.240.0.0 або /12)
- 192.168.0.0 - 192.168.255.255 (маска підмережі 255.255.0.0 або /16)

Вибір діапазону IP-адрес залежить від розмірів майбутньої локальної мережі. Для невеликих мереж в більшості випадків використовують діапазон адрес 192.168.0.1 -192.168.0.254, в такому випадку підключають до 254 пристроїв.

Щоб зберегти мережеву конфігурацію необхідно змінити файл конфігурації мережевих налаштувань за допомогою команди:

```
cat /etc/network/interfaces
```

Вказаний рядок підтверджує, що використовується DHCP:

```
iface eth0 inet dhcp
```

Необхідно зберігати резервні файли конфігурації до змін у них, використовуючи команду копіювання:

```
sudo cp /etc/network/interfaces
/etc/network/interfaces.backup
```

Встановлення статичної мережевої адреси Raspberry Pi3, для цього відкриваємо конфігураційний файл в редакторі nano:

```
sudo nano /etc/network/interfaces
```

Видаляємо стрічку

```
sudo nano /etc/network/interfaces
```

Замість неї додаємо такі рядки:

```
# власний інтерфейс RPi
auto lo
iface lo inet loopback
# інтерфейс Ethernet зі статичною адресацією
iface eth0 inet static
# статична адреса вашого RPi, яку занотували раніше
address 192.168.0.2
# маска підмережі
netmask 255.255.255.0
# адреса вашої мережі (не обов'язково)
network 192.168.0.0
broadcast 192.168.0.255
# IP вашого шлюзу
gateway 192.168.0.1
# Додавання доступних DNS-серверів
dns-nameservers 8.8.8.8 8.8.4.4
```

Зберігаємо файл комбінацією клавіш CTRL+X і вибравши Y для збереження змін.

У версії Raspbian починаючи з 5.05.2015, Raspberry Pi 3 має ще одну динамічно призначену IP-адресу (від служби DHCP), навіть якщо задати статичну IP. Ця IP може призвести до конфліктів в мережі, тому дану адресу видаляємо користуючись командою `hostname -I`.

Щоб уникнути призначенню іншої IP-адреси у Raspbian, видаляємо службу `dhcpcd` (відповідає за DHCP) на Raspberry Pi 3 за допомогою команди:

```
sudo update-rc.d -f dhcpcd remove
```

Після чого `dhcpcd` не буде завантажуватися при старті, при чому всі налаштування `/etc/network/interfaces` збережуться.

При потребі, для відновлення роботи служби `dhcpcd` введемо:

```
sudo update-rc.d dhcpcd defaults
```

Служба `dhcpcd` крім динамічної IP-адреси надає ще й адреси DNS-серверів, а при відключенні ці адреси в Raspberry Pi 3 не будуть

передаватися. Щоб уникнути цього в файлі `/etc/network/interfaces` додаємо наступний рядок з використовуваними серверами DNS:

```
dns-nameservers 8.8.8.8 8.8.4.4
```

Перезавантажуємо Raspberry Pi 3 з командою

```
sudo shutdown -r now
```

Після перезапуску провіримо роботу мережі:

```
ping 192.168.0.1 -c5
```

Отриманий пінг покаже час затримки проходження 5 пакетів і працездатність мережі.

2.3.2. Налаштування роботи Wi-Fi. Підключити Raspberry Pi3 до мережі Wi-Fi двома способами: за допомогою встроєного модуля або за допомогою USB-Wi-Fi перехідника. Для цього необхідно уточнити список перехідників на сайті виробника. Підключимо USB-Wi-Fi перехідник і дивимось, що відображає операційна система.

```
1 $ lsusb
2 Bus 001 Device 002: ID 0424:9512 Standard Microsystems Corp.
3 Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
4 Bus 001 Device 003: ID 0424:ec00 Standard Microsystems Corp.
5 Bus 001 Device 004: ID 148f:5370 Ralink Technology, Corp. RT5370
  Wireless Adapter
6
```

відповідно команда,

```
1 $ lsusb -v
```

покаже нам деталі:

```

1 ...
2 Bus 001 Device 004: ID 148f:5370 Ralink Technology, Corp.
  Wireless Adapter
3 Couldn't open device, some information will be missing
4 Device Descriptor:
5   bLength                18
6   bDescriptorType        1
7   bcdUSB                  2.00
8   bDeviceClass            0 (Defined at Interface level)
9   bDeviceSubClass        0
10  bDeviceProtocol         0
11  bMaxPacketSize0        64
12  idVendor                 0x148f Ralink Technology, Corp.
13  idProduct                0x5370 RT5370 Wireless Adapter
14  bcdDevice                1.01
15  iManufacturer           1
16  iProduct                 2
17  iSerial                  3
18  bNumConfigurations      1
19 ...

```

Команда `lsmod` показує що у даний момент приєднано модуль RT2800USB:

```

1 $ lsmod
2 Module                    Size  Used by
3 ...
4 rt2800usb                 17425  0
5 rt2800lib                 80340  1 rt2800usb
6 rt2x00usb                 11661  1 rt2800usb
7 rt2x00lib                 44767  3 rt2x00usb,rt2800lib,
8 ...

```

Для запуску і налаштування використаємо команди:

`ifconfig` — включення/виключення безпроводного адаптера,

`iwlist` — список доступних конфігурацій Wi-Fi,

`iwconfig` — конфігурація Wi-Fi з'єднання,

`dhclient` — отримання IP-адреса через службу DHCP,

`wpa_supplicant` — для використання WPA аутентифікації.

Переглянемо доступні мережеві інтерфейси:



```

1 $ ifconfig -a
2 eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr b8:27:eb:17:6d:59
3           inet addr:192.168.0.3  Bcast:192.168.0.255  Mask:255.255.
4           UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
5           RX packets:2553 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
6           TX packets:2510 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
7           collisions:0 txqueuelen:1000
8           RX bytes:157141 (153.4 KiB)  TX bytes:225809 (220.5 KiB)
9
10 lo       Link encap:Local Loopback
11          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
12          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Metric:1
13          RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
14          TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
15          collisions:0 txqueuelen:0
16          RX bytes:0 (0.0 B)  TX bytes:0 (0.0 B)
17
18 wlan0    Link encap:Ethernet  HWaddr 7c:dd:90:04:2f:bc
19          UP BROADCAST MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
20          RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
21          TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
22          collisions:0 txqueuelen:1000
23          RX bytes:0 (0.0 B)  TX bytes:0 (0.0 B)

```

Відповідно конфігурація

```

1 $ iwconfig
2 wlan0     IEEE 802.11bgn  ESSID:off/any
3           Mode:Managed  Access Point: Not-Associated  Tx-Power=20
4           Retry long limit:7  RTS thr:off  Fragment thr:off
5           Power Management:on
6
7 lo        no wireless extensions.
8
9 eth0      no wireless extensions.
10
11 )

```

де, інтерфейс wlan0 доступний і можемо налаштувати його з точкою доступу.

Перевіряємо та за необхідності редагуємо інтерфейси /etc/network/interfaces:

```
1 sudo nano /etc/network/interfaces
```

в пункті wlan0 має бути:

```

1 allow-hotplug wlan0
2 iface wlan0 inet manual
3 wpa-roam /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
4 iface default inet dhcp

```

Натискаємо комбінацію Ctrl-X для того щоб вийти.

Перевіримо які Wi-Fi мережі бачить адаптер:

```

1 sudo iwlist wlan0 scan

```

Для того щоб відфільтрувати рядки з назвами мереж, використовуємо grep:

```

1 sudo iwlist wlan0 scan | grep ESSID
2
3             ESSID:"dlink"
4             ESSID:"Kantiana-Guest"
5             ESSID:"Kantiana-Internal"
6             ESSID:"Kantiana"

```

Тепер внесемо отриману інформацію про точку доступу у файл /etc/wpa\_supplicant/wpa\_supplicant.conf:

```

1 sudo nano /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf

```

Пропускаємо два перші рядки:

```

1 ctrl_interface=DIR=/var/run/wpa_supplicant GROUP=netdev
2 update_config=1

```

Вставляємо

```

1 network={
2     ssid="YourSSID"
3     psk="password"
4     key_mgmt=WPA-PSK
5 }

```

у випадку якщо використовується WEP, то:

```

1 network={
2     ssid="YourSSID"
3     wep_key0="password12345"
4     key_mgmt=NONE
5 }

```

Змінюємо додаткові поля:

proto – Протокол: RSN (для WP2) и WPA (for WPA1).

pairwise – CCMP чи TKIP (для WPA2 чи WPA1).

auth\_alg – алгоритм для аутентифікації, OPEN для WPA1/WPA2 і SHARED, а також LEAP.

Натиснувши комбінацію клавіш Ctrl-X виходимо при чому зберігаємо зміни (натиснути Y, і Enter).

Перезавантажимо Raspberry Pi 3:

```
1 sudo reboot
```

І провіримо результат:

```
1 $ ifconfig -a
2
3 ...
4 wlan0      Link encap:Ethernet  HWaddr 7c:dd:90:04:2f:bc
5            inet addr:192.168.0.14  Bcast:192.168.0.255  Mask:255
6            UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
7            RX packets:9 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
8            TX packets:4 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
9            collisions:0 txqueuelen:1000
10           RX bytes:1866 (1.8 KiB)  TX bytes:1004 (1004.0 B)
```

```
1 $ iwconfig
2 wlan0      IEEE 802.11bgn  ESSID:"dlink"
3            Mode:Managed  Frequency:2.437 GHz  Access Point: 14:D6:4D
4            Bit Rate=36 Mb/s   Tx-Power=20 dBm
5            Retry long limit:7   RTS thr:off   Fragment thr:off
6            Power Management:on
7            Link Quality=69/70  Signal level=-41 dBm
8            Rx invalid nwid:0  Rx invalid crypt:0  Rx invalid frag:0
9            Tx excessive retries:0  Invalid misc:1  Missed beacon:0
```

Підключення у випадку WPA-шифрування:

виконання підключення:

```
1 sudo wpa_supplicant -B -Dwext -i wlan0 -c
2 /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf
```

Після того як підключили отримуємо від DHCP-сервера Wi-Fi-точки IP- адреси:

```
1 sudo dhclient wlan0
```

Якщо необхідно мати статичну IP- адресу то виконуємо пункти налаштувань з підрозділу 2.3.1.

2.3.3. Налаштування роботи плати розширення ARPI600. Щоб використати ARPI600 спільно з Raspberry Pi 3 необхідні деякі бібліотеки: bcm2835 libraries, wiringPi libraries.

З сайту необхідно завантажити бібліотеки wiringPi: <https://projects.drogon.net/raspberry-pi/wiringpi/download-and-install/>

Скопіюємо їх на USB флешку, перекинемо з комп'ютера на Raspberry Pi3. Зайдіть в директорію WiringPi і виконайте інсталяцію:

```
sudo chmod 777 build
./build
```

Перевіримо інсталяцію:

```
gpio -v
```

Інсталяція бібліотеки bcm2835. Хоча на Raspberry Pi 3 використана схема bcm2837, на сайті розробника вказують на сумісність бібліотеки bcm2835.

Далі завантажимо бібліотеку bcm2835-1.55 з сайту: <http://www.airspayce.com/mikem/bcm2835/>

Копіюємо інсталяційний пакет на Raspberry Pi 3, в директорію bcm2835-1.55 бібліотек, і виконуємо наступні команди:

```
./configure
Make
sudo make check
sudo make install
```

Бібліотеки Python для Raspbian (мають пакети Raspberry Pi 3. GPIO і spidev. Які доступні за посиланнями <https://pypi.python.org/pypi/> Raspberry Pi

3. та для GPIO (<https://pypi.python.org/pypi/spidev>) отримують за допомогою команд пакету apt-get.

Raspberry Pi має бути підключений до мережі, коли запускаємо команди apt-get для інсталяції бібліотек. Перед інсталяцією запускаємо команду, і переглядаємо список програмного забезпечення:

```
sudo apt-get update
```

1. Виконаємо команду для інсталяції пакету python-dev:

```
sudo apt-get install python-dev
```

2. Встановлюємо пакет Raspberry Pi3 GPIO (з бібліотеками для GPIO). Копіюємо пакет Raspberry Pi3 GPIO (<https://pypi.python.org/pypi/RaspberryPi3GPIO>) на плату Raspberry Pi 3 і розархівуємо його. Із директорії з терміналу і запусимо команду для встановлення бібліотеки:

```
sudo python setup.py install
```

3. Запустимо інсталяцію бібліотеки smbus (функції інтерфейсу I<sup>2</sup>C):

```
sudo apt-get install python-smbus
```

4. Запустимо команду для інсталяції бібліотеки інтерфейсу UART:

```
sudo apt-get install python-serial
```

5. Встановимо бібліотеки spidev (функції SPI). Копіюємо пакет spidev (<https://pypi.python.org/pypi/spidev>) на Raspberry Pi3 і розархівуємо його. Із створеної директорії і запусимо з терміналу команду для інсталяції бібліотеки:

```
sudo python setup.py install
```

6. Запустимо команду для встановлення бібліотеки Python:

```
sudo apt-get install python-imaging
```

Конфігурація інтерфейсів

1. Вмикаємо функцію I2C. Запускаємо команду для конфігурації Raspberry Pi 3:

```
sudo raspi-config
```

Вибераємо Advanced Options -> I2C -> yes для запуску драйвера I2C.

Після модифікуємо файл конфігурації. Редагування файлу конфігурації:

```
sudo nano /etc/modules
```

Додаємо такі рядки у файл конфігурації:

```
i2c-bcm2708
```

```
i2c-dev
```

Натиснувши клавіші Ctrl+X для виходу і введемо Y для збереження змін. Перезавантажимо модуль для запуску змін.

2. Запуск послідовного порта. Послідовний порт Raspberry Pi3 налаштований для налагодження послідовного терміналу. При вимкненні терміналу налагодження Raspberry Pi3 стане недоступною через послідовний порт. Для керування Raspberry Pi 3, необхідно буде знову ввімкнути функцію налагодження послідовного порту.

```
sudo raspi-config
```

Вибравши Advanced Options -> Serial. Змінимо опцію no, щоб відключити налагодження послідовного порта, після чого порт буде використаний для послідовного зв'язку через UART. Для вступу в силу налаштування перезавантажимо Raspberry Pi 3.

3. Налаштуємо функцію інтерфейсу SPI за допомогою наступної команди:

```
sudo raspi-config
```

Виберіть Advanced Options -> I2C -> yes, щоб запусити драйвер ядра I<sup>2</sup>C.

Налаштування годинника реального часу (RTC).

1. Перевіримо перемички RTC JMP на платі ARPI600.

2. Запустимо LXTerminal на робочому столі Raspbian і введемо код:

```
i2cdetect -y 1
```

3. Далі появиться адреса пристрою PCF8563, підключеного до Raspberry Pi 3. На рисунку 2.8 видно адресу пристрою PCF8563 - 51, що вказує на ідентифікований PCF8563 в Raspberry Pi 3.

```

pi@raspberrypi$ i2cdetect -y 1
    0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  a  b  c  d  e  f
00:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
10:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
20:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
30:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  UU  --  --  --  --
40:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
50:  --  51  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
60:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
70:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
  
```

Рис.2.8. Адреси пристроїв PCF8563, приєднаних до Raspberry Pi 3

4. В терміналі LXTerminal виконаємо команди:

```

modprobe i2c-dev
sudo chmod 766 /home/sys/class/i2c-adapter/i2c-1/new_device
echo pcf8563 0x51 > /sys/class/i2c-adapter/i2c-1/new_device
hwclock
  
```

Перевіримо час приєданого через шину I2C RTC. LXTerminal покаже час від PCF8563.

5. Синхронізуємо час за допомогою LXTerminal:

```

hwclock -w (записати час Raspbian в PCF8563)
hwclock -r (синхронізувати час від Raspbian на PCF8563)
hwclock -s (синхронізувати час Raspbian за допомогою RST)
  
```

Всі проведені налаштування уможливають повноцінну роботу пристрою узгодження вихідних цифрових потоків. Також налаштування можна змінити для гнучкої зміни конфігурації мережі і узгодження з приєднуваними приладами.

## 2.4. Висновки до розділу 2

Розроблений пристрій узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею фактично виконує роль і функції міні сервера, який може об'єднувати декілька медичних пристроїв і підмереж (проводових USB, SPI, I<sup>2</sup>C і безпроводних Bluetooth, Wi-Fi, XBee). Також пристрій може бути приєднаний до проводової мережі і виконувати функції роутера. Виконання конкретних функцій пристроєм програмується і налаштовується згідно потреб мережі лікарні.

Об'єднавши вказане апаратне забезпечення за структурною схемою, отримуємо пристрій узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею. Така конструкція забезпечує гнучкість у створенні мережі та уможливорює приєднання різноманітних медичних приладів.

Всі проведені налаштування уможливають повноцінну роботу пристрою узгодження вихідних цифрових потоків. Також налаштування можна змінити для гнучкої зміни конфігурації мережі і узгодження з приєднуваними приладами.



## РОЗДІЛ 3

### ТЕСТУВАННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ УЗГОДЖЕННЯ ВИХІДНИХ ЦИФРОВИХ ПОТОКІВ МЕДИЧНИХ ПРИЛАДІВ З БЕЗПРОВІДНОЮ МЕРЕЖЕЮ

3.1. Конфігурування та тестування радіомодулів XВee для роботи пристрою узгодження вихідних цифрових потоків

3.1.1. Встановлення програмного забезпечення і підключення радіомодулів XВee. Одразу встановлювати новішу версію X-CTU з сайту виробника, зачекати поки програма сама закачає новіші прошивки (правий нижній кут) оновити до новішої версії програму X-CTU рис.3.1.

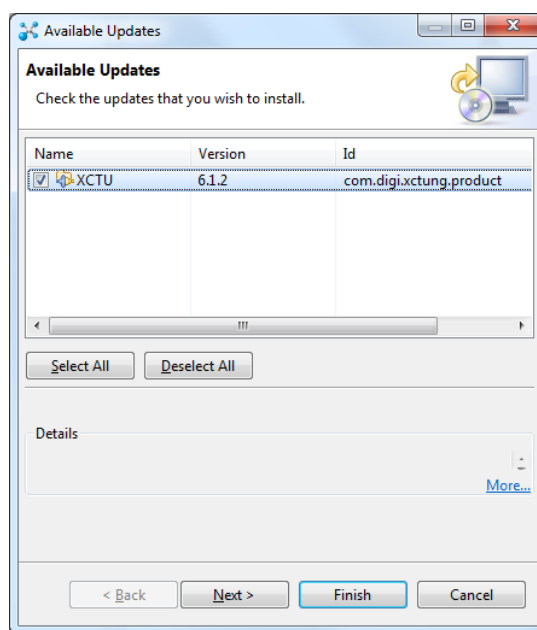


Рис. 3.1. Оновлення програми налаштування X-CTU

При наступних запусках програма може перевіряти наявність нових прошивок, тому роботу починати після завершення завантаження нових прошивок.

При використанні плати конфігурування XВIV-U-DEV джампер P8 розімкнути. Встановити радіомодуль на плату конфігурування та обов'язково

приєднати антену. Без антени не включати! Під'єднати плату конфігурування до порта.

При виявленні нового обладнання встановити драйвера перехідника USB-UART та COM порта з розпакованого архіву ftdi\_WindowsVistaDrivers.zip (сайт виробника), перевірити через диспетчер пристроїв чи немає проблем, якщо є то встановити драйвера з розпакованого архіву вручну рис.3.2. При потребі перезавантажити комп'ютер (Windows 7 встановлює цей драйвер сам, підтягуючи його з центру підтримки Майкрософт – теж працює).

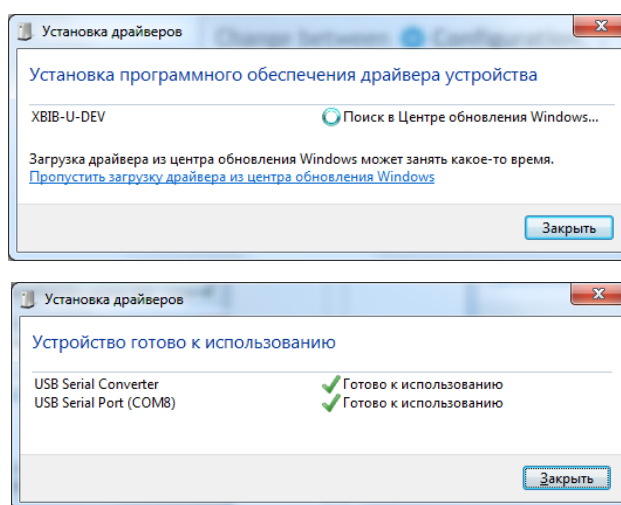



Рис. 3.2. Встановлення драйверів

Запустити X-CTU та додати радіомодуль (  Add devices), у вікні:  
Зкинути порт (Refresh ports) та виставити необхідний порт, встановити Baud Rate 115200 та галочку що радіомодуль програмований (для інших радіомодулів Baud Rate може бути 9600 і не програмований рис.3.3). Решта налаштувань по замовчуванню. Натиснути Finish.

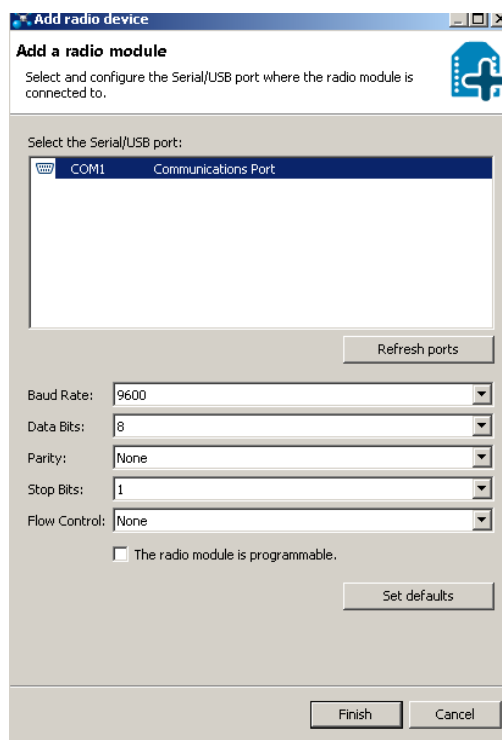


Рис. 3.3. Приєднання модулів XBee до USB порта

Після сканування зліва з'являється знайдений радіомодуль та його характеристики (функції, налаштування порта, мак адрес). Натиснути на нього вказівником миші і з права з'являється конфігурація радіо модуля (родина продукту, функція, версія прошивки та детальні налаштування прошивки рис3.4).

Координатор — вузол, що володіє унікальними властивостями при формуванні мережі. Координатор відповідає за вибір робочого каналу та ідентифікатора мережі. Після ініціалізації Координатор формує мережу за допомогою дозволів на приєднання маршрутизаторів та Кінцевих пристроїв. Після створення мережі Координатор функціонує як Маршрутизатор (тобто може маршрутизувати, отримувати або відправляти пакети даних).

- Один Координатор в мережі
- Ініціалізує / Організовує мережу
- Може маршрутизувати пакети даних від або до інших вузлів
- Може отримувати і відправляти пакети даних
- неперервний режим роботи тому живлення від мережі

Маршрутизатор — вузол, який створює / підтримує інформацію про мережі і використовує її для визначення кращого маршруту для доставки даних. Маршрутизатор повинен приєднатися до мережі до того, як отримає можливість самостійно дозволяти іншим маршрутизатори та Кінцевим пристроям приєднуватися до мережі. Маршрутизатор приймає участь в маршрутизації пакетів і передбачається, що він живиться від мережі.

- В мережі може бути кілька маршрутизаторів
- Може маршрутизувати пакети даних в мережі
- Може отримувати і відправляти пакети даних
- неперервний режим роботи тому живлення від мережі

Кінцеве пристрій. Кінцеві пристрої повинні завжди взаємодіяти з їх координаторами або маршрутизаторами для отримання або передачі даних. Передбачається, що вони будуть перебувати частину часу в стані сну, тому Кінцеві пристрої не володіють можливостями для маршрутизації. Кінцевий пристрій може отримувати і відправляти дані, проте не може їх маршрутизувати. Кінцеві пристрої можуть житись від автономних джерел живлення, і знаходиться в стані низького енергоспоживання.

- В мережі може бути кілька Кінцевих пристроїв
- Може отримувати і відправляти пакети даних
- Всі повідомлення маршрутизуються Координатором або Маршрутизатором
- Володіє режимами низького енергоспоживання

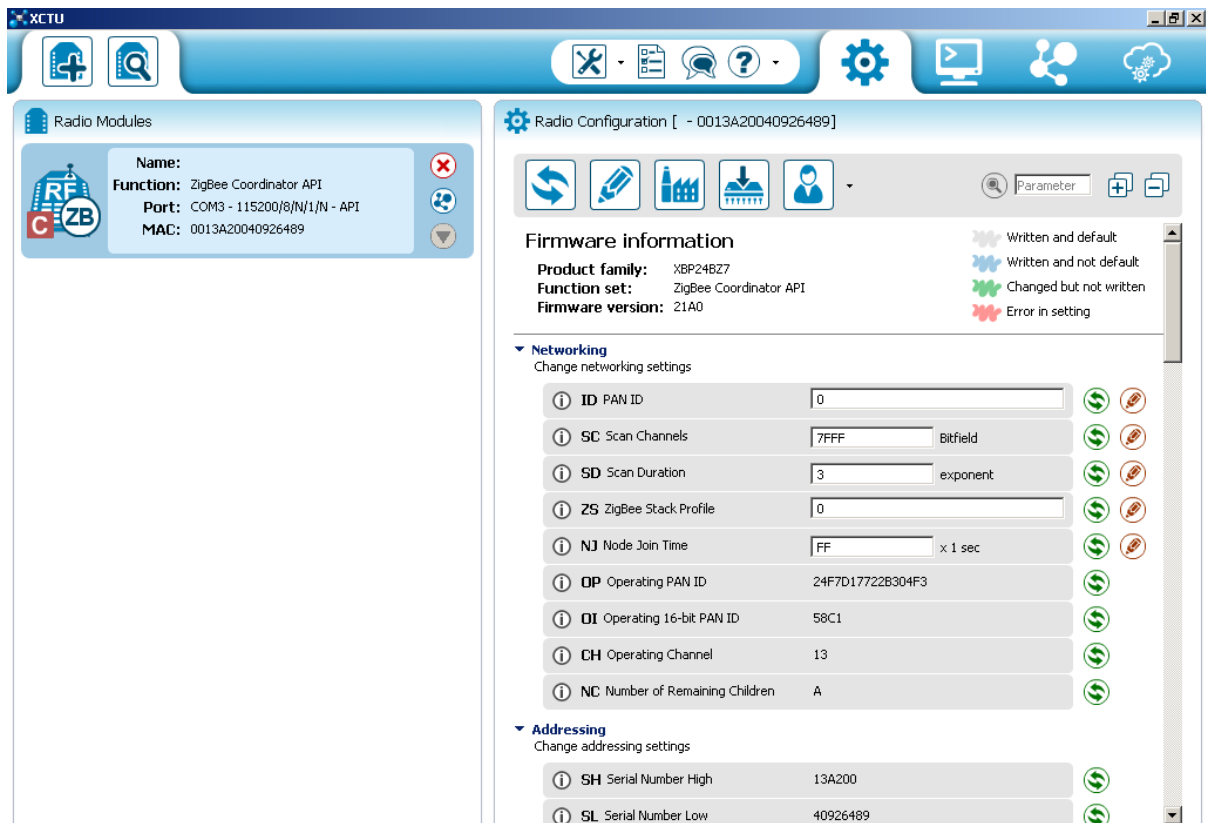



Рис. 3.4. Характеристики радіо модуля XБee

Для переходу в АТ режим необхідно змінити прошивку, оскільки Coordinator API не дає можливості перейти в АТ режим. Зміна прошивки відбувається при натисканні кнопки , у вікні необхідно зберігаючи родину продукту (Product family) вибрати функцію (Function set), для одного модуля Coordinator АТ для іншого модуля Router АТ, та вибрати версію прошивки (новіша з них позначається Newest). Прошити модуль, по завершенню буде повідомлення про успішність операції.

Якщо модулі однотипні то немає значення який прошивати координатором а кого роутером, якщо ж модулі різні то краще прошивати координатором той який кращий за характеристиками.

Використовувати іншу Product family не пробував, боявся отримати замість модуля цеглу.

Оглянути наявні функції, прошивки і їх можливості налаштування можна за допомогою Firmware explorer рис3.5.

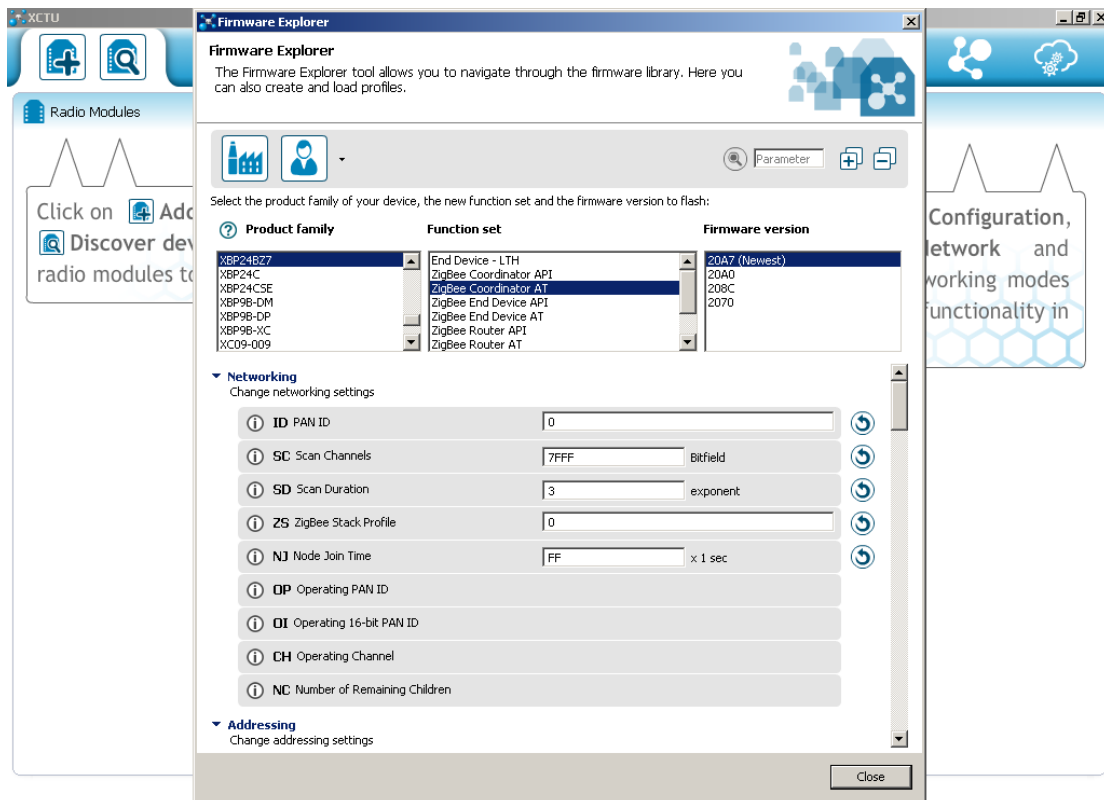


Рис. 3.5. Зміна прошивки модуля XBee

3.1.2. Конфігурування та тестування модулів XBee. Використовуючи програму X-CTU змінимо налаштування модулів у вікні наведеному на рис 3.5.

Конфігурування прошивки для дуплексного чату  
 ID PAN ID — 1001 (для кожної наступної пари)  
 DH Destination Address High — 0013A200 (перша частина мак адресу)  
 DL Destination Address Low — друга частина мак адресу модуля з яким буде зв'язуватись даний пристрій

Мак адрес можна знайти на корпусі модуля: XB24-BWIT-004 марка, червоним перша і друга частина мак адреса.



EE Encryption Enable — Enable [1]

KY Encryption Key — на координаторі встановити ключ в 32 знаки (0,1...9,a,b,c,d,e,f), на роутері не треба, він ключ зчитає з координатора одразу при підключенні один раз

BD Baud Rate — такий який необхідний для пристрою з яким буде працювати модуль

RO Packetization Timeout — 0 (час затримки формування пакетів, максимальна прозорість, що отримав одразу відправив)



Решта за замовчуванням

Зберегти всі налаштування одночасно , або по одному  .

Стан налаштувань відображаються кольором

Перевірка роботи дуплексного режиму.

Необхідно 2 ПК з встановленим X-CTU до яких підключені модулі

На обох ПК вибираємо в меню  з'єднуємо пристрої  додаємо пакет, натискаємо відправити пакет або послідовність пакетів

Спостерігаємо результат: синім кольором відправлені, червоним прийняті пакети рис3.6.

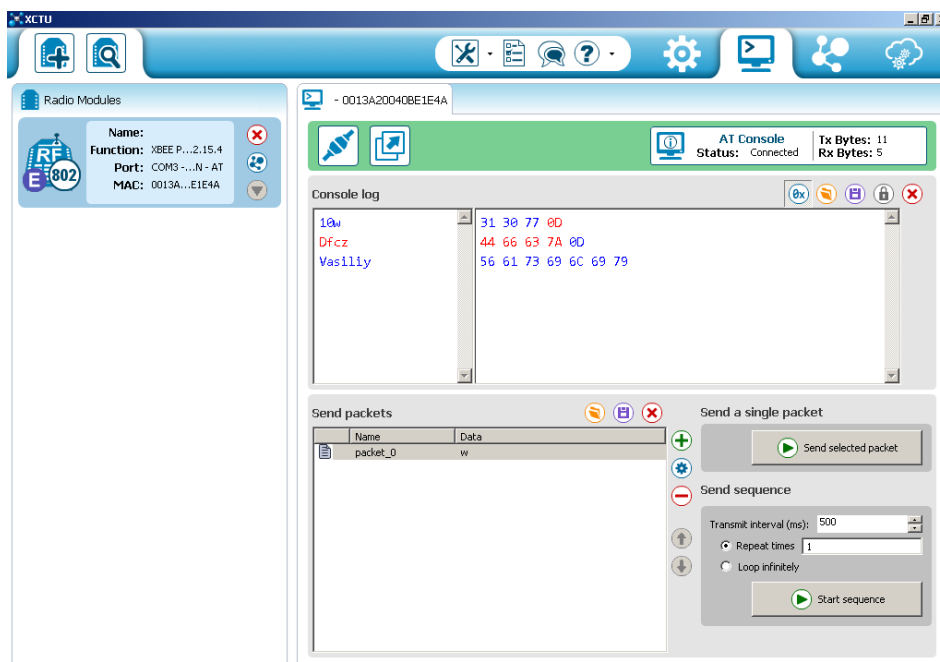


Рис. 3.6. Отримані пакети між модулями XBee

Перевірка зв'язку на втрату пакетів.

Вибираємо з меню Range test.

У вікні Radio Range test зліва натискаємо на підключений модуль, після чого відбувається пошук іншого модуля на зв'язку, він відображається

з права. Натискаємо на нього, виставляємо необхідні параметри по затримці і кількості пакетів і тиснемо Start Range test. З'являється повідомлення щоб замкнути джампер P8, виконуємо в продовжуємо. Спостерігаємо результат рис.3.7.

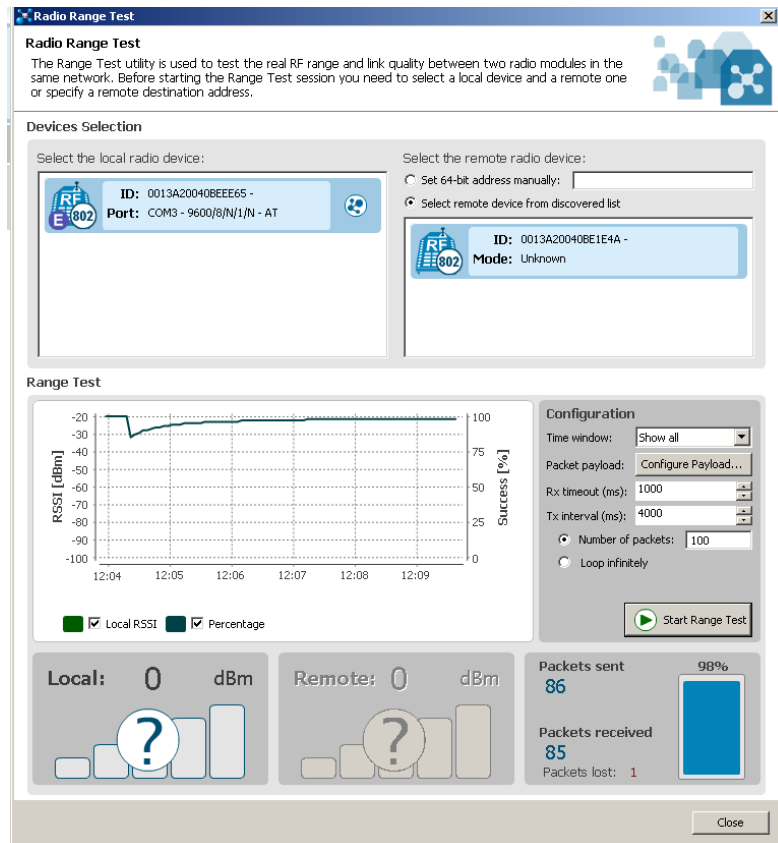


Рис. 3.7. Тестування зв'язку між модулями XВee

По завершенню джампер P8 обов'язково розімкнути, про що буде повідомлення.

Завершивши роботу програму можна закривати, а модулі відключати без будь-яких проблем і наслідків. Головне не відключати модулі при прошивці.

За цією методикою можна перевірити дальність та надійність зв'язку між модулями XВee, оцінити втрати пакетів при їх передачі. Оцінити швидкість передачі даних між різними частинами безпроводної мережі.



### 3.2. Тестування безпроводної мережі Wi-Fi для ефективного розміщення пристрою узгодження вихідних цифрових потоків

Для тестування і аналізу безпроводної мережі Wi-Fi використаємо пробну версію програми NetSpot. Програма дозволяє проаналізувати рівень сигналу Wi-Fi в приміщеннях по різних каналах і для різних точок доступу.

Для початку роботи необхідно завантажити план об'єкту дослідження рис.3.8.

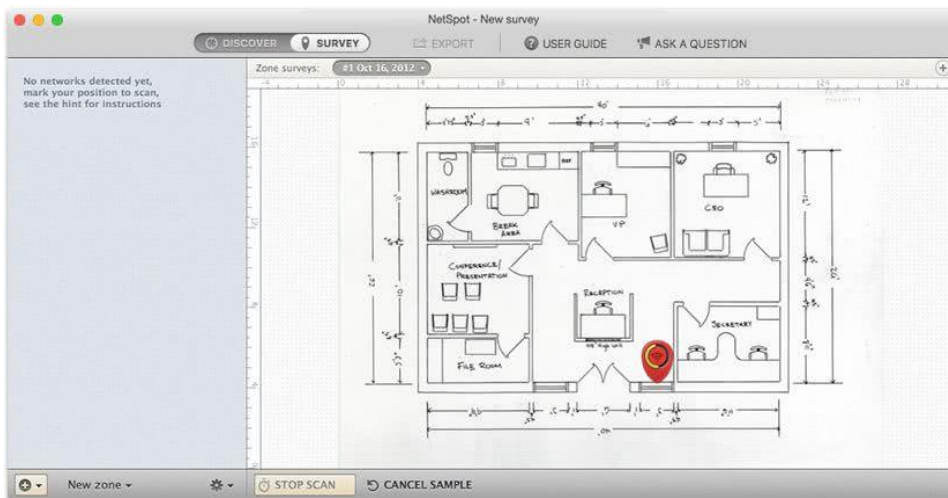


Рис. 3.8. Завантаження плану досліджуваного об'єкту

Далі проводиться збір даних по точках в приміщеннях з вказанням маршруту за яким проводиться вимірювання рис.3.9, особливу увагу при вимірюваннях приділяють тим точкам де знаходиться обладнання підключене до безпроводної мережі.

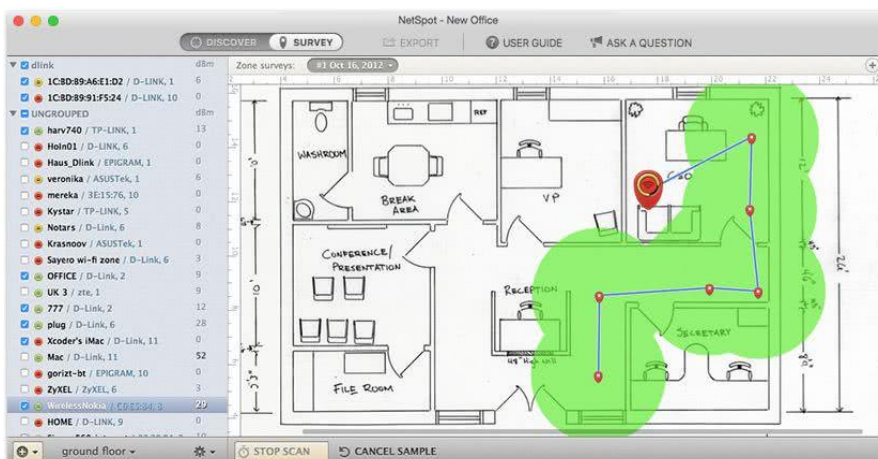


Рис. 3.9. Збір даних згідно плану досліджуваного об'єкту

Аналіз отриманих результатів за отриманою візуальною картою показує рівень сигналу та відношення сигнал/шум у приміщеннях лікарні. Критичними зонами є темно-сині та фіолетові зони на карті.

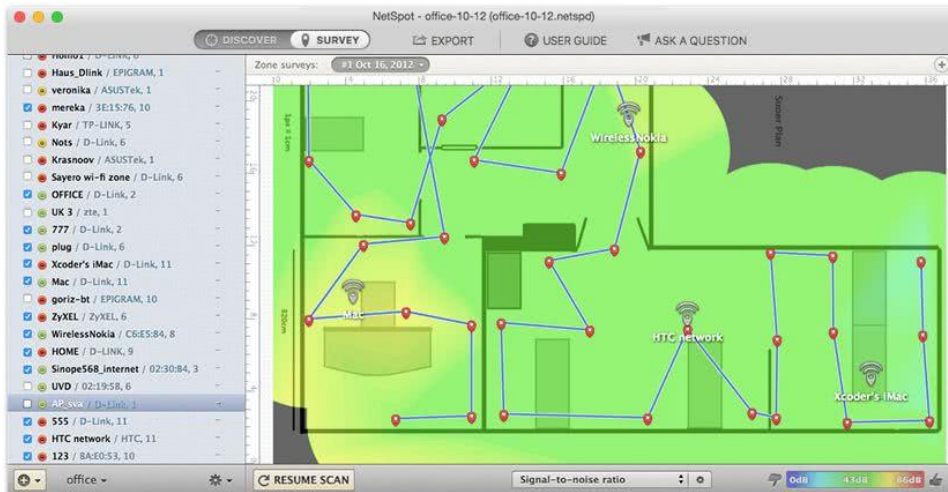


Рис. 3.10. Візуальна карта досліджуваного об'єкту

Також в програмі NetSpot за необхідності можна змінити налаштування рівня сигнал/шум а також чутливості точки доступу, вибрати лише актуальні для дослідження мережі та вибрати необхідний канал рис. 3.11.

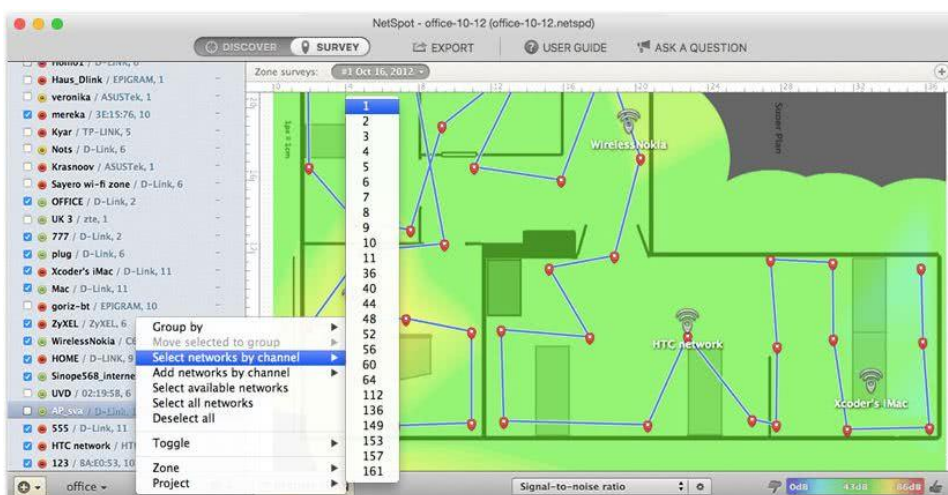


Рис. 3.11. Вибір каналу Wi-Fi та відображення його сигналу на візуальній карті досліджуваного об'єкту

За допомогою можливостей програми NetSpot можна проаналізувати рівень сигналу, шуму, швидкість Інтернету та швидкість передачі даних в безпроводній мережі рис. 3.12. Зокрема проаналізуємо рівень сигналу від декількох точок доступу Wi-Fi мережі рис. 3.13.

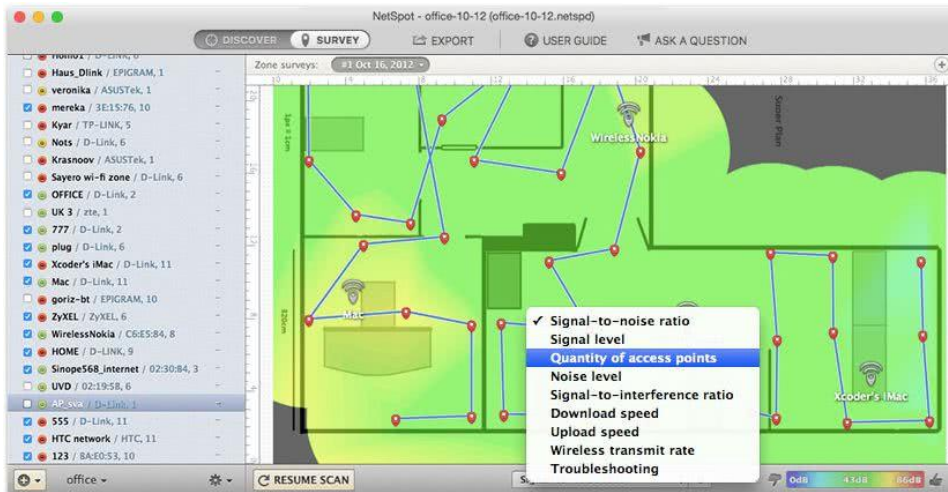


Рис. 3.12. Вибір досліджуваних характеристик Wi-Fi та їх відображення на візуальній карті досліджуваного об'єкту



Рис. 3.13. Рівень сигналу для семи точок доступу Wi-Fi

За отриманими результатами можна оцінити в яких місцях найефективніше розміщувати пристрої узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею. А також як їх

налаштовувати для отримання максимальної пропускної здатності особливо при наявності багатьох точок доступу.

### 3.3. Висновки до розділу 3

За методикою тестування мережі і пристроїв XBee можна перевірити дальність та надійність зв'язку між модулями XBee, оцінити втрати пакетів при їх передачі. Оцінити швидкість передачі даних між різними частинами безпроводної мережі.

За отриманими результатами тестування мережі Wi-Fi можна оцінити в яких місцях найефективніше розміщувати пристрої узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею. А також як їх налаштовувати для отримання максимальної пропускної здатності особливо при наявності багатьох точок доступу.

## РОЗДІЛ 4

### ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Метою цього розділу дипломної роботи є здійснення економічних розрахунків, спрямованих на визначення економічної ефективності проведення досліджень та розробки пристрою узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею, а також прийняття рішення щодо його подальшого розвитку і впровадження або ж недоцільність впровадження відповідної розробки.

4.1. Визначення стадій технологічного процесу та загальної тривалості проведення НДР

Витрати часу по окремих операціях технологічного процесу відображені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

#### Операції технологічного процесу та час їх виконання

№ п/п	Назва операції (стадії)	Виконавець	Середній час виконання операції, год.
1.	Витрати праці на підготовку опису задачі	інженер	8
2.	Витрати праці на дослідження існуючих рішень	інженер	10
3.	Витрати праці на розробку архітектури системи	інженер	16
4.	Витрати праці на реалізацію розробленої архітектури, в т.ч. збірка системи	інженер	80
5.	Витрати праці на тестування	інженер	8
6.	Витрати праці на підготовку документації	інженер	12
Разом			134

#### 4.2. Визначення витрат на оплату праці та відрахувань на соціальні заходи

Відповідно до Закону України “Про оплату праці” заробітна плата – це “винагорода, обчислена, як правило, у грошовому виразі, яку власник або уповноважений ним орган виплачує працівникові за виконану ним роботу”.

Розмір заробітної плати залежить від складності та умов виконуваної роботи, професійно-ділових якостей працівника, результатів його праці та господарської діяльності підприємства. Заробітна плата складається з основної та додаткової оплати праці.

Основна заробітна плата нараховується на виконану роботу за тарифними ставками, відрядними розцінками чи посадовими окладами і не залежить від результатів господарської діяльності підприємства. Додаткова заробітна плата – це складова заробітної плати працівників, до якої включають витрати на оплату праці, не пов’язані з виплатами за фактично відпрацьований час. Нараховують додаткову заробітну плату залежно від досягнутих і запланованих показників, умов виробництва, кваліфікації виконавців. Джерелом додаткової оплати праці є фонд матеріального стимулювання, який створюється за рахунок прибутку.

При розрахунку заробітної плати кількість робочих днів у місяці слід в середньому приймати – 20,5 дні/міс., або ж 164 год./міс. (тривалість робочого дня – 8 год.).

Місячний оклад кожного працівника слід враховувати згідно існуючих на даний час тарифних окладів. Рекомендовані тарифні ставки: керівник проекту – 55..60 грн./год., інженер – 45...50 грн./год.

Основна заробітна плата розраховується за формулою:

$$Z_{осн.} = T_c \cdot K_z, \quad (4.1)$$

де  $T_c$  – тарифна ставка, грн.,  $K_z$  – кількість відпрацьованих годин.

Оскільки всі види робіт в даному проекті виконує інженер, то основна заробітна плата буде становити  $Z_{осн} = 55 \cdot 134 = 7370$  грн.

Додаткова заробітна плата становить 10–15 % від суми основної заробітної плати.

$$Z_{дод.} = Z_{осн.} \cdot K_{дод.}, \quad (4.2)$$

де  $K_{дод.}$  – коефіцієнт додаткових виплат працівникам, 0,1–0,15 (візьмемо його рівним 0,15).

$$Z_{дод.} = 7370 \cdot 0,15 = 1105,5 \text{ грн}$$

Звідси загальні витрати на оплату праці ( $B_{о.п.}$ ) визначаються за формулою:

$$B_{о.п.} = Z_{осн.} + Z_{дод.} \quad (4.3)$$

$$B_{о.п.} = 7370 + 1105,5 = 8475,5 \text{ грн.}$$

Крім того, слід визначити відрахування на соціальні заходи:

- фонд страхування на випадок безробіття – 1,3 %;
- фонд по тимчасовій втраті працездатності – 2,9 %;
- пенсійний фонд – 32,3 %.

У сумі зазначені відрахування становлять 37,5 %.

Отже, сума відрахувань на соціальні заходи буде становити:

$$B_{с.з.} = \Phi ОП \cdot 0,375, \quad (4.4)$$

де  $\Phi ОП$  – фонд оплати праці, грн.

$$V_{с.з.} = 8475,5 \cdot 0,375 = 3178,31 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки витрат на оплату праці зведемо у таблицю 4.2.

Таблиця 4.2

### Зведені розрахунки витрат на оплату праці

№ п/п	Категорія працівників	Основна заробітна плата, грн.			Додаткова заробітна плата, грн.	Нарах. на ФОП, грн.	Всього витрати на оплату праці, грн.
		Тарифна ставка, грн.	К-сть відпр. год.	Фактично нарах. з/пл., грн.			
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
1	інженер	55	134	7370	1105,5	3178,31	11653,81

Матеріальні витрати визначаються як добуток кількості витрачених матеріалів та їх ціни:

$$M_{Bi} = q_i \cdot p_i, \quad (4.5)$$

де  $q_i$  – кількість витраченого матеріалу  $i$ -го виду,  $p_i$  – ціна матеріалу  $i$ -го виду.

Звідси, загальні матеріальні витрати можна визначити:

$$Z_{м.в.} = \sum M_{Bi}, \quad (4.6)$$

Проведені розрахунки занесемо у таблицю 4.3.



## Зведені розрахунки матеріальних витрат

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Од. виміру	Факт. витрачено матеріалів	Ціна од., грн.	Загальна сума витрат, грн.
1	Папір формату А4	шт.	20	0,25	5,0
2	Мікроконтролер АТmega328P	шт.	1	37,0	37,0
3	Конденсатор	шт.	14	0,05	0,7
4	Резистор	шт.	18	0,05	0,9
5	Транзистор	шт.	1	25,0	25,0
6	Кварцовий резонатор	шт.	1	10,0	10,0
7	Дросель	шт.	2	0,15	0,3
8	Акумуляторна батарея літій-іонна Panasonic	шт.	5	165,0	825,0
9	Роз'єм для програмування FTDI	шт.	1	0,45	0,45
10	Роз'єм для програмування SPI	шт.	1	0,4	0,4
11	Сонячна панель 5 Вт	шт.	1	270,0	270,0
12	Сонячна панель 1 Вт	шт.	1	30,0	30,0
13	Мікросхема TP4056	шт.	1	1,7	1,7
14	Мікросхема LTC3441EDE	шт.	1	145,0	145,0
15	Мікросхема DW01AZ	шт.	1	1,1	1,1
16	Діод	шт.	2	0,15	0,3
17	Світлодіод	шт.	2	0,25	0,5
18	Стабілітрон	шт.	1	0,2	0,2
Разом			74		1353,55

Затрати на електроенергію ( $Z_e$ ) одиниці обладнання визначаються за формулою:

$$Z_e = W \cdot T \cdot S, \quad (4.7)$$

де  $W$  – необхідна потужність, кВт;

$T$  – кількість годин роботи обладнання;

$S$  – вартість кіловат-години електроенергії.

Вартість кіловат-години електроенергії слід приймати згідно існуючих на даний час тарифів (1,40 + 20% ПДВ за 1 кВт). Отже, 1 кВт з ПДВ коштує 1,68 грн.

Потужність комп'ютера – 150 Вт, кількість годин роботи комп'ютера згідно таблиці 4.1 (п/п 1-3) – 34 годин.

Тоді,  $Z_e = 0,15 \cdot 34 \cdot 1,68 = 8,57$  грн.

Характерною особливістю застосування основних фондів у процесі виробництва є їх відновлення. Для відновлення засобів праці у натуральному виразі необхідне їх відшкодування у вартісній формі, яке здійснюється шляхом амортизації.

Амортизація – це процес перенесення вартості основних фондів на вартість новоствореної продукції з метою їх повного відновлення.

Комп'ютери та оргтехніка належать до четвертої групи основних фондів. Для цієї групи річна норма амортизації дорівнює 60 % (квартальна – 15 %).

Для визначення амортизаційних відрахувань застосовуємо формулу:

$$A = \frac{B_B \cdot H_A}{100\%}, \quad (4.8)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування за звітний період, грн.;

$B_B$  – балансова вартість групи основних фондів на початок звітного періоду, грн.;

$H_A$  – норма амортизації, %.

Для даного проекту засобом праці є комп'ютер. Його сума становить 8400 грн. Отже, амортизаційні відрахування будуть рівні:

$$A = \frac{8400 \cdot 5\%}{100\%} = 420 \text{ грн.}$$

Оскільки робота виконувалась 34 годин (згідно даних таблиці 4,1, пункти 1-3), то амортизаційні відрахування будуть становити:

$$A = \frac{420 \cdot 34}{150} = 95,2 \text{ грн.}$$

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням виробництва, утриманням апарату управління спілкою та створення необхідних умов праці.

В залежності від організаційно-правової форми діяльності господарюючого суб'єкта, накладні витрати можуть становити 20–60 % від суми основної та додаткової заробітної плати працівників.

$$H_e = B_{o.n.} \cdot 0,2 \dots 0,6, \quad (4.9)$$

де  $H_B$  – накладні витрати.

Отже, накладні витрати:

$$H_e = 8475,5 \cdot 0,2 = 1695,1 \text{ грн.}$$

#### 4.3. Складання кошторису витрат та визначення собівартості НДР

Результати проведених вище розрахунків зведемо у таблицю 4.4.

## Кошторис витрат на НДР

Зміст витрат	Сума, грн.	В % до загальної суми
Витрати на оплату праці (основну і додаткову заробітну плату)	8475,5	57,24
Відрахування на соціальні заходи	3178,31	21,47
Матеріальні витрати	1353,55	9,14
Витрати на електроенергію	8,57	0,06
Амортизаційні відрахування	95,2	0,64
Накладні витрати	1695,1	11,45
Собівартість	14806,23	100

Собівартість ( $C_B$ ) програмного продукту розраховуємо за формулою:

$$C_B = B_{o.l.} + B_{c.z.} + Z_{m.g.} + Z_e + A + H_e. \quad (4.10)$$

Отже, собівартість програмного продукту дорівнює:

$$C_e = 8475,5 + 3178,31 + 1353,55 + 8,57 + 95,2 + 1695,1 = 14806,23 \text{ грн.}$$

Ціну НДР ( $C$ ) для даного проекту можна визначити за формулою:

$$C = C_B \cdot (1 + P_{рен}) \cdot (1 + ПДВ) \quad (4.11)$$

де  $P_{рен}$  – рівень рентабельності, 35 %;

$ПДВ$  – ставка податку на додану вартість, (20 %).

Звідси ціна на мікропроцесорну систему складе:

$$C = 14806,23 \cdot (1 + 0,35) \cdot (1 + 0,2) = 23986,09 \text{ грн.}$$

#### 4.4. Визначення економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень

Ефективність виробництва – це узагальнене і повне відображення кінцевих результатів використання робочої сили, засобів та предметів праці на підприємстві за певний проміжок часу.

Економічна ефективність ( $E_p$ ) полягає у відношенні результату виробництва до затрачених ресурсів:

$$E_p = \frac{П}{C_B}, \quad (4.12)$$

де  $П$  – прибуток,  $C_B$  – собівартість.

Плановий прибуток ( $П_{пл}$ ) знаходимо за формулою:

$$П_{пл} = Ц - C_B \quad (4.13)$$

Розраховуємо плановий прибуток:

$$П_{пл} = 23986,09 - 14806,23 = 9179,86 \text{ грн.}$$

Отже, формула для визначення економічної ефективності набуде вигляду:

$$E_p = \frac{П_{пл}}{C_B}. \quad (4.14)$$

$$\text{Тоді, } E_p = 9179,86 / 14806,23 = 0,62$$

Поряд із економічною ефективністю розраховують термін окупності капітальних вкладень ( $T_p$ ):

$$T_p = \frac{1}{E_p} \cdot \quad (4.15)$$

Термін окупності дорівнює:

$$T_p = 1 / 0,62 = 1,61 \text{ роки}$$

Висновок

В цьому розділі дипломної роботи було розраховано основні техніко-економічні показники проведення дослідження та реалізації програмного продукту (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

#### Техніко-економічні показники НДР

№ п/п	Показник	Значення
1.	Собівартість, грн.	14806,23
2.	Плановий прибуток, грн..	9179,86
3.	Ціна, грн.	23986,09
4.	Економічна ефективність	0,62
5.	Термін окупності, рік	1,61

Розраховане значення економічної ефективності становить 0,62, що є високим значенням.

Так само прийнятним є термін окупності. Для даного продукту він становить 1.61 роки.

Отже, пристрій узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею може бути впровадженою та мати подальший розвиток, оскільки вона є економічно вигідною за всіма основними техніко-економічними показниками.

## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

#### 5.1. Охорона праці

Оскільки в даній дипломній роботі магістра розглядається питання пов'язане з створенням пристрою узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею, тому наведено вимоги до техніки безпеки при її розробці і виготовленні.

При розробці інструкції з охорони праці необхідно виконувати санітарні правила і норми ДСанПІН 3.3.2.007-98 “Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин”.

Заходи з безпеки працівників мають відповідати вимогам НПАОП 0.00-7.15-18 “Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями”.

Директива Ради Європейських Співтовариств 89/391/ЕЕС «Про впровадження заходів, що сприяють поліпшенню безпеки й гігієни праці працівників»

Для приладів, які працюють у складі або разом з медичними приладами, характерне створення складних вимірювальних комплексів, функціональних кабінетів, обчислювальних центрів, обладнаних різноманітною електронною технікою.

Розроблювана комп'ютерна система повинна бути безпечною при всіх передбачених функціональними можливостями і вказаних у правилах користування умовах її експлуатації. Захист досягається дотриманням таких основних вимог:

- 1) правильною конструкцією апарата, яка гарантує безумовну безпеку;
- 2) використанням спеціальних засобів зовнішнього захисту, які забезпечують умовну безпеку;

3) вказівкою умов, за яких робота з обладнанням є безпечною (описова безпека).

За способом захисту персоналу і пацієнта від електроудару і електротравми все медичне устаткування, яке використовує зовнішнє живлення, ділиться на п'ять класів (окремо виділяється устаткування з внутрішніми джерелами живлення, наприклад, батареями).

Роботодавець повинен створити для кожного працівника безпечні і нешкідливі умови праці шляхом належного облаштування робочих місць відповідно до Загальних вимог стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників, затверджених наказом Міністерства надзвичайних ситуацій України від 25 січня 2012 року № 67, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 14 лютого 2012 року за № 226/20539 (НПАОП 0.00-7.11-12).

Параметри мікроклімату в межах робочої зони повинні відповідати вимогам Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99. Рівень шуму на робочих місцях повинен відповідати нормам, встановленим Санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку ДСН 3.3.6.037-99.

Загальні вимоги безпеки до захисту від шуму на робочих місцях, шумові характеристики машин та механізмів повинні відповідати вимогам. А роботодавець повинен здійснювати контроль рівня шуму відповідно до вимог ДСТУ 2867-94 «Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Загальні вимоги».

Рівень вібрації на робочих місцях не повинен перевищувати норм, встановлених Державними санітарними нормами виробничої загальної та локальної вібрації ДСН 3.3.6.039-99.

Параметри електромагнітних полів на робочих місцях повинні відповідати вимогам Державних санітарних норм і правил при роботі з джерелами електромагнітних полів, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 18 грудня 2002 року № 476, зареєстрованих у



Міністерстві юстиції України 13 березня 2003 року за № 203/7524 (ДСН 3.3.6.096-2002).

У робочій зоні виробничих приміщень вміст шкідливих речовин не повинен перевищувати граничнодопустимих концентрацій, встановлених ГОСТ 12.1.005-88 Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони.

Забороняється захаращувати робочі місця готовою продукцією, матеріалами, деталями і предметами, які не використовуються у процесі виробництва.

Площа робочої поверхні столу повинна забезпечувати зручне розміщення технологічного устаткування, приладів та інструментів з урахуванням зони досяжності працівника в горизонтальній і вертикальній площинах.

Контрольно-вимірювальні прилади повинні відповідати вимогам ДСТУ EN 55011:2017 «Обладнання промислове, наукове та медичне. Характеристики радіочастотних завод. Норми та методи вимірювання».

Температура нагрітих поверхонь устаткування та огорожень не повинна перевищувати +43 °С згідно з вимогами ДСТУ EN 563-2001 «Безпечність машин. Температури поверхонь, доступних для дотику. Ергономічні дані для встановлення граничних значень температури гарячих поверхонь».

Не дозволяється виконання робіт з використанням легкозаймистих і горючих рідин у приміщеннях, які не обладнані припливно-витяжною вентиляцією.

За умови виконання всіх наведених вимог розробка і виготовлення пристрою узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею буде безпечною з точки зору охорони праці.

## 5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.2.1. Захист виробничого персоналу об'єкта та населення території у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Метою захисту населення, зменшення втрат та шкоди економіці в разі виникнення надзвичайних ситуацій має проводитися спеціальний комплекс заходів. Він має такі складові:

Оповіщення про загрозу і постійне інформування населення досягається:

- завчасним створенням і підтримкою в постійній готовності загальнодержавної і територіальних автоматизованих систем централізованого оповіщення населення;
- організаційно-технічним з'єднанням територіальних систем централізованого оповіщення і систем оповіщення на об'єктах господарювання;
- завчасним створенням і організаційно-технічним з'єднанням з системами спостереження і контролю постійно діючих локальних систем оповіщення та інформації населення в зонах можливого катастрофічного затоплення, районах розміщення радіаційних і хімічних підприємств, інших потенційно небезпечних об'єктів;
- централізованим використанням загальнодержавних і відомчих систем зв'язку, радіопровідного, телевізійного оповіщення, радіотрансляційних мереж та інших технічних засобів передачі інформації.

Спостереження і контроль

Спостереження і контроль за довкіллям, продуктами харчування і водою забезпечується:

- створенням і підтримкою в постійній готовності загальнодержавної і територіальних систем спостереження і контролю з включенням до них існуючих сил та засобів контролю незалежно від підпорядкованості;

- організацією збору, опрацювання і передачі інформації про стан довкілля, забруднення продуктів харчування, харчової сировини, фуражу, води радіоактивними, хімічними речовинами та інфекційними мікроорганізмами;
- наданням населенню можливості придбати найпростіші засоби захисту і контролю в особисте користування.

Укриттю в захисних спорудах підлягає усе населення відповідно до його належності до груп (працююча зміна, населення, яке проживає в небезпечних зонах, тощо).

Створення фонду захисних споруд досягається шляхом:

- комплексного освоєння підземного простору міст і населених пунктів для взаємопогодженого розміщення в ньому споруд і приміщень соціально-побутового, виробничого і господарського призначення та з урахуванням пристосування і використання частини приміщень для укриття населення в надзвичайних ситуаціях;
- обстеження і взяття на облік підземних і наземних будівель та споруд, що відповідають вимогам захисту, споруд підземного простору міст, гірничих виробок і природних порожнин;
- дообладнання з урахуванням реальної обстановки підвальних та інших заглиблених приміщень;
- будівництва заглиблених споруд, які окремо стоять, об'єктів господарювання, пристосованих для захисту;
- масового будівництва в період загрози найпростіших сховищ та укриттів;
- завчасного будівництва за рішенням Кабінету Міністрів України окремих сховищ і протирадіаційних укриттів.

Наявний фонд захисних споруд використовується для господарських, культурних і побутових потреб у порядку, визначеному органами МНС України.

В умовах неповного забезпечення захисними спорудами в містах та інших населених пунктах, які мають об'єкти підвищеної небезпеки, а також у воєнний час основним способом захисту населення є евакуація і розміщення його у позаміській зоні.

Евакуації підлягає населення, яке проживає в населених пунктах, що знаходяться у зонах можливого катастрофічного затоплення, небезпечного радіоактивного забруднення, хімічного ураження, в районах прогнозованого виникнення локальних збройних конфліктів у 50-кілометровій прикордонній смузі, в районах виникнення стихійного лиха, великих аварій і катастроф (якщо виникає безпосередня загроза життю та заподіяння шкоди здоров'ю людини).

Залежно від обстановки, яка склалася на час надзвичайної ситуації, може бути проведено загальну або часткову евакуацію населення тимчасового або безповоротного характеру.

Загальна евакуація в особливий період проводиться в окремих регіонах за рішенням Кабінету Міністрів України для всіх категорій населення і планується на випадок:

- небезпечного радіоактивного забруднення навколо АЕС (якщо виникає безпосередня загроза життю та заподіяння шкоди здоров'ю населення, яке проживає в зоні ураження);
- загрози катастрофічного затоплення місцевості з чотиригодинним добіганням проривної хвилі;
- загрози або виникнення збройного конфлікту в районах 50-кілометрової прикордонної смуги.

Часткова евакуація здійснюється, як правило, в умовах переведення за рішенням Кабінету Міністрів України системи захисту населення і територій на воєнний стан до початку застосування агресором сучасних засобів ураження, а в мирний час - у разі загрози або виникнення стихійного лиха, аварії, катастрофи.

Під час проведення часткової евакуації завчасно вивозиться не зайняте у виробництві і сфері обслуговування населення: студенти, учні навчальних закладів, вихованці дитячих будинків, пенсіонери та інваліди, які утримуються у будинках для осіб похилого віку, разом з викладачами та вихователями, обслуговуючим персоналом і членами їхніх сімей.

У мирний час евакуація населення планується на випадок:

- загальної аварії на атомній електростанції;
- усіх видів аварій з викидом сильнодіючих отруйних речовин;
- загрози катастрофічного затоплення місцевості;
- великих лісових і торф'яних пожеж, землетрусів, зсувів, інших геофізичних і гідрометеорологічних явищ з тяжкими наслідками, що загрожують населеним пунктам.

Здійснення організованої евакуації, запобігання проявам паніки і недопущення загибелі людей своєчасно забезпечується шляхом:

- планування евакуації населення;
- визначення зон, придатних для розміщення евакуйованих з потенційно небезпечних зон;
- підготовки уповноважених органів управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення до виконання евакуаційних заходів;
- організації оповіщення керівного складу і населення про початок евакуації;
- організації управління евакуацією;
- всебічного життєзабезпечення евакуйованого населення у районах позаміської зони;
- навчанням населення діям під час проведення евакуації.

Метою планування і здійснення евакуаційних заходів є:

- зменшення ймовірних втрат населення;
- збереження кваліфікованих кадрів спеціалістів;

- забезпечення стійкого функціонування об'єктів економіки;
- створення угруповань сил і засобів захисту в позаміській зоні з метою проведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередках надзвичайних ситуацій в особливий період.

Евакуаційні заходи здійснюються за рішенням місцевих органів виконавчої влади, виконавчих органів рад, уповноважених органів з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення відповідного рівня.

Евакуація населення здійснюється комбінованим способом, який передбачає у мирний час вивезення основної частини населення з міст і небезпечних районів усіма видами наявного транспорту, а у воєнний час - транспортом, який не передається до складу Збройних Сил України, у поєднанні з виведенням найбільш витривалої частини населення пішки.

5.2.2. Основи фізіології праці й комфортних умов життєдіяльності. Класифікація основних форм діяльності людини. Особливості фізичної та розумової праці.

Характер і організація трудової діяльності роблять суттєвий вплив на зміну функціонального стану організму людини. Різноманітні форми трудової діяльності поділяються на фізичну і розумову працю.

Фізична праця характеризується в першу чергу підвищеним навантаженням на опорно-руховий апарат і його функціональні системи (серцево-судинну, нервово-м'язову, дихальну та ін.), що забезпечують його діяльність. Фізична праця, розвиваючи м'язову систему і стимулюючи обмінні процеси, у той же час має ряд негативних наслідків. Насамперед це соціальна неефективність фізичної праці, зв'язана з низкою її продуктивністю, необхідністю високого напруження фізичних сил і потребою в тривалому – до 50 % робочого часу – відпочинку.

Розумова праця поєднує роботи, пов'язані з прийомом і переробкою інформації, що вимагає переважного напруження сенсорного апарату, уваги, пам'яті, а також активізації процесів мислення, емоційної сфери. Для даного

виду праці характерна гіпокінезія, тобто значне зниження рухової активності людини, що приводить до погіршення реактивності організму і підвищенню емоційної напруги. Гіпокінезія являється однією з умов формування серцево-судинної патології в осіб розумової праці. Тривале розумове навантаження робить негативний вплив на психічну діяльність: погіршуються функції уваги (обсяг, концентрація, переключення), пам'яті (короткотермінової і довгострокової), сприйняття (з'являється велике число помилок).

У сучасній трудовій діяльності чисто фізична праця не відіграє істотної ролі. Відповідно до існуючої фізіологічної класифікації трудової діяльності розрізняють: форми праці, що вимагають значної м'язової активності; механізовані форми праці; форми праці, зв'язані з напівавтоматичним і автоматичним виробництвом; групові форми праці (конвеєри); форми праці, пов'язані з дистанційним керуванням, і форми інтелектуальної (розумової) праці.

Особливість механізованих форм праці є зміни характеру м'язових навантажень і ускладнення програми дій. В умовах механізованого виробництва спостерігається зменшення обсягу м'язової діяльності, у роботу утягуються дрібні м'язи кінцівок, що повинні забезпечити велику швидкість і точність рухів, необхідних для керування механізмами. Одноманітність простих і більшою частиною локальних дій, одноманітність і малий обсяг сприйнятої в процесі праці інформації приводить до монотонності праці. При цьому знижується збудливість аналізаторів, розсіюється увага, знижується швидкість реакцій і швидко настає стомлення.

Форми інтелектуальної праці розділяються на операторську, управлінську, творчу, працю медичних працівників, працю викладачів, студентів. Ці види розрізняються організацією трудового процесу, рівномірністю навантаження, ступенем емоційного напруження.

Робота оператора відрізняється великою відповідальністю і високим нервово-емоційним навантаженням. Наприклад, праця авіадиспетчера характеризується переробкою великого обсягу інформації за короткий час і

підвищеною нервово-емоційною напруженістю. Праця керівників установ, підприємств (управлінська праця) визначається надмірним обсягом інформації, збільшенням дефіциту часу для її переробки, підвищеною особистою відповідальністю за прийняті рішення.

Праця викладачів і медичних працівників відрізняється постійними контактами з людьми, підвищеною відповідальністю, (часто дефіцитом часу й інформації для прийняття правильного рішення, що обумовлює ступінь нервово-емоційного напруження. Праця студентів характеризується напругою основних психічних функцій, таких як пам'ять, увага, сприйняття; наявністю стресових ситуацій (іспити, заліки).

Найбільш складна форма трудової діяльності, що вимагає значного обсягу пам'яті, напруги, уваги, – це творча праця. Праця науковців, конструкторів, письменників, композиторів, художників, архітекторів приводить до значного підвищення нервово-емоційної напруги. При такій нарузі, пов'язаній з розумовою діяльністю, можна спостерігати тахікардію, підвищення кров'яного тиску, зміну ЕКГ, збільшення легеневої вентиляції і споживання кисню, підвищення температури тіла людини й інших змін вегетативних функцій.



## РОЗДІЛ 6

### ЕКОЛОГІЯ

#### 6.1. Аналіз сучасних програмних продуктів для обробки великих масивів екологічної інформації

Програмне забезпечення для обробки великих масивів інформації, щоб забезпечити свій функціонал повинно бути побудоване на спеціальних алгоритмах та мати можливість розпаралелення обчислень. Вказані нижче програмні продукти мають такі можливості [25].

Maple (Waterloo Maple, Inc.). Комерційна система комп'ютерної алгебри. Містить понад 5000 функцій для більшості розділів сучасної математики, моделювання та інтерактивної візуалізації, підтримує мову програмування Maple, дозволяє комбінувати алгоритми, результати обчислення, математичні формули, текст, графіку, діаграми та анімацію зі звуком в електронному документі. Можливості пакета: символні обчислення і чисельні методи; математичні функції та методи; розв'язування рівнянь; диференціальні рівняння; лінійна алгебра; оптимізація; програмування; операції з розмірностями та одиницями вимірювання величин; редактор математичних формул; візуалізація, графіки, інтерактивні меню та асистенти; шаблони-приклад для стандартних проблем; елементи для розробки графічних інтерфейсів; доступ до MapleCloud-сховища для обміну документами між користувачами та колегами; понад 30 палітр відсортованих для створення та редагування математичних виразів; розпізнавання рукописних формул; інструментарій для фінансового моделювання; статистичне моделювання; фізичні моделі; високопродуктивні обчислення; автоматичне розпаралелювання; багатонитеве програмування; обчислення в Грід-мережах; підтримка CUDA; інтерфейс для Matlab; експорт в інші мови програмування; системи доступу до баз даних; інтерфейс до математичної бібліотеки NAG.

MATLAB (MathWorks, Inc.) — комп'ютерна оболонка для інтерактивних та командних обчислень і візуалізації. Містить пакет прикладних програм для числового аналізу, а також мова програмування, що використовується в даному пакеті. Об'єднує в собі чисельний аналіз, операції з матрицями, сигнальні процеси та графіки в зручному для використання середовищі, де задачі та розв'язки подаються у математичному запису без використання традиційного програмування. Є зручним засобом для роботи з математичними матрицями, малюванням функцій, роботи з алгоритмами, створенням робочих оболонок (user interfaces) з програмами в інших мовах програмування. Спеціалізується на чисельному обчисленні, спеціальні інструментальні засоби працюють з програмним забезпеченням Maple, що робить його повноцінною системою для роботи з алгеброю.

MATLAB надає користувачеві велику кількість функцій для аналізу даних, які покривають майже всі області математики, зокрема: матриці та лінійна алгебра — алгебра матриць, лінійні рівняння, власні значення і вектори, сингулярності, факторизація матриць тощо; многочлени та інтерполяція — корені многочленів, операції над многочленами та їх диференціювання, інтерполяція та екстраполяція кривих; математична статистика та аналіз даних — статистичні функції, статистична регресія, цифрова фільтрація, швидке перетворення Фур'є; обробка даних — набір спеціальних функцій, включаючи побудову графіків, оптимізацію, пошук нулів, чисельне інтегрування; диференційні рівняння — вирішення диференційних і диференційно-алгебраїчних рівнянь, диференційних рівнянь із запізнюванням, рівнянь з обмеженнями, рівнянь в часткових похідних та інше; розріджені матриці — спеціальний клас даних пакету MATLAB, що використовується у спеціалізованих додатках; цілочисельна арифметика — виконання операцій цілочисельної арифметики в середовищі MATLAB. Це професіональний пакет розв'язування математичних задач різної складності, моделювання, рішення рівнянь, побудова графіків тощо.

OriginPro (OriginLab Corp.) . Потужний пакет для аналізу результатів статистичних і наукових досліджень та вимірювань, надає засоби програмування та побудови графіків, діаграм, таблиць. Включає модулі Peak Fitting Module і Dialog Builder. Підтримка Microsoft COM, ActiveX і підпрограм на C. Пакет програм для чисельного аналізу даних і наукової графіки, працюючий на комп'ютері під управлінням операційної системи Microsoft Windows. Для виконання операцій можна використати інструмент графічного інтерфейсу користувача (діалоги/меню) або викликати засоби в програмах. У Origin включений власний компілятор C/C++ з підтримкою і оптимізацією векторних і матричних обчислень. Origin створена для побудови двовимірної і тривимірної наукової графіки, яка створюється за допомогою готових шаблонів, доступних для редагування користувачем. Також можливо створювати нові власні шаблони. Після створення зображення воно може бути відредаговане за допомогою меню і діалогів. Можна експортувати отримані графіки і таблиці в ряд форматів, таких як PDF, EPS, WMF, TIFF, JPEG, GIF. За допомогою Origin можна проводити чисельний аналіз даних, включаючи різні статистичні операції, обробку сигналів тощо.

SPSS - Statistical Package for the Social Sciences, PASW Statistics - Predictive Analytics SoftWare (SPSS: An IBM Company, Inc.). Потужний, але й дорогий статистичний пакет обробки даних. Один із лідерів ринку в області комерційних статистичних продуктів, призначених для проведення прикладних досліджень в соціальних науках. Найбільш відомий і найстаріший пакет статистичної обробки даних. Модульний, повністю інтегрований, має усі необхідні можливості програмного комплексу, охоплює всі етапи аналітичного процесу: планування, збір даних, доступ до даних і керування даними, аналіз, створення звітів та поширення результатів. Має зручний інтерфейс. Містить досить повний набір статистичних (усього понад 60) та графічних процедур, а також процедур для створення звітів. Має вбудований засіб, що виконує інтелектуальну функцію, наприклад, пояснює

користувачеві, яку статистику краще застосувати в кожному конкретному випадку. Можливості: введення і зберігання даних; можливість використання змінних різних типів; частотність ознак, таблиці, графіки, таблиці зв'язаності, діаграми; первинна описова статистика; маркетингові дослідження; аналіз даних маркетингових досліджень. SPSS має якісні прогностичні моделі і різні методи аналізу. Включає широкий набір функцій для простого управління і аналізу великих об'ємів даних. Програма може аналізувати усі надані дані і створювати графіки та діаграми для їх представлення в зручному вигляді. Усі аналізовані дані і результати представляються в окремих діалогових вікнах. Редактор даних - це ще одна відмінна функція IBM SPSS Statistics Base. Редактор включає багатофункціональне меню для редагування файлів, аналізу ризиків, ідентифікації клієнта, аналізу витрат і прибутку, а також аналіз трендів для кращого планування стратегії організації і майбутніх виробничих процесів. IBM SPSS Statistics Base також здатний виявляти шахрайські дані, щоб мінімізувати ризики. Програма дозволяє проаналізувати, які характеристики клієнти зв'язує з торговою маркою. Дані результатів, які використовуються в цьому інструменті, відображаються разом з графіками і діаграмами, які можна скопіювати і вставити в інші програми, а також експортувати в PDF або DOC формати, роздрукувати або зберегти для подальшого використання. Пакет відрізняється гнучкістю та потужністю, може застосовуватися для усіх видів статистичних розрахунків. Серед основних функцій цього пакету - можливість використання широкого набору математичних методів статистичної обробки даних, формування різних типів звітів, підтримка роботи з більшістю форматів даних, у тому числі підготовлених в електронних таблицях.

Stata (Stata Corp.). Потужний пакет для обробки статистичних і графічних даних. Пакет Stata позиціонується інструментом аналізу, що призначений для фахівців, які займаються науковими дослідженнями. Завдяки гнучкій модульній структурі пакет можливо застосовувати для аналізу даних із різних областей знань: суспільні науки (економіка,

політологія), медицина (біостатистика, епідеміологія) тощо. Stata надає користувачам наступні можливості статистичного аналізу даних: динамічні факторні моделі, лінійні, узагальнені лінійні моделі і нелінійні моделі, багаторівневі змішані моделі, моделі вибуття; узагальнені оцінки рівнянь (GEE); непараметричні методи, методи повторних вибірок і статистичного експерименту; перевірка гіпотез і робота з оціненими моделями; максимізація функцій правдоподібності, заданих користувачем; матричні команди.

Statistica (StatSoft, Inc.) — добре збалансоване за співвідношенням «потужність/зручність» ПЗ. Має широкий спектр функціональних алгоритмів і розвинену графіку, а також відповідні засоби для редагування графічних матеріалів. Містить більше 250 статистичних функцій. Користувач має знати статистичну термінологію, а об'ємна довідкова система дає змогу досить повно ознайомлюватися з алгоритмами, що використовуються. Широко розповсюджена. Вбудовані функції об'єднані спеціалізованими статистичними модулями: основні статистики і таблиці, непараметрична статистика, дисперсійний аналіз, множинна регресія, нелінійне оцінювання, аналіз часових рядів і прогнозування, кластерний аналіз, факторний аналіз, функціональний аналіз, дискримінанта, аналіз тривалості життя, канонічна кореляція, багатовимірні шкали, моделювання структурними рівняннями тощо. Нескладний в засвоєнні, пакет можна рекомендувати для статистичних дослідження будь-якої складності. STATISTICA має суттєві переваги перед іншими статистичними пакетами: за допомогою реалізованих в системі STATISTICA мов програмування (SCL, STATISTICA BASIC), забезпечених спеціальними засобами підтримки, легко створюються закінчені рішення, що вбудовуються в різні інші застосування або обчислювальні середовища. Пакет перекладено російською мовою і можна придбати ліцензійну, русифіковану версію, видана велика кількість книг з детальним описом системи STATISTICA; можливе розширення користувачем бібліотеки функцій, що дозволять вирішувати більшість завдань по теорії вірогідності;

реалізовано обмін даними між STATISTICA і Windows додатками; пакет має сенс використати при рішенні досить трудомістких, математично складних і громіздких в реалізації методів багатовимірного аналізу; будь-яка графічна і текстова інформація в STATISTICA може бути виведена у файл формату RTF, який відкривається і редагується в Microsoft Office Word.

6.2. Електромагнітне забруднення довкілля, його вплив на людину. Шляхи його зменшення.

Джерелами електромагнітного випромінювання у виробничому приміщенні можуть бути неекрановані робочі елементи високочастотних установок (індуктори, конденсатори, ВЧ- трансформатори, фідерні лінії, батареї конденсаторів, котушки коливальних контурів тощо). Під час експлуатації ВЧ-, ДВЧ-, УВЧ- передавачів на радіо- та телецентрах джерелами електромагнітного випромінювання є високочастотні генератори, антенні комутатори, пристрої складання потужностей електромагнітного поля, комунікації (від генератора до антенного пристрою), антени.

Ступінь опромінення працівників залежить від кількості передатчиків (у деяких зонах, радіо- та телецентрах їх може бути до 20), їх потужності, екранування, розміщення окремих їх блоків усередині та поза приміщенням.

Для всіх видів зв'язку джерелом електромагнітного випромінювання є передавальні станції. Дії енергії надвисокочастотного діапазону працівники зазнають при регулюванні, настроюванні та випробовуванні радіопередавальних та радіолокаційних станцій.

Джерела енергії ЕМП радіочастотного діапазону поділяються на технологічні (основні) та додаткові. До технологічних належать плавильні або гартувальні контури, пластини конденсаторів, фідерні лінії. У радіотехнічних пристроях це генератори та ЗВЧ- блоки, антенні системи, елементи хвилеводних трактів. До додаткових джерел належать виносні

трансформатори, батареї конденсаторів змінного струму. У радіотехнічних пристроях додатковими джерелами є неякісно екрановані ВЧ- елементи передатчиків і пристроїв складання потужностей та роздільних фільтрів, неекрановані лінії передачі електромагнітної енергії на антени.

Напруга електричного поля вимірюється у вольтах на метр – В/м, а магнітного поля – в амперах на метр – А/м. Інтенсивність електромагнітного поля з різними хвилями, що діють на працівника, оцінюється за величиною щільності потоку енергії, яка падає на одиницю поверхні, і виражається у ватах на квадратний метр (Вт/м<sup>2</sup>) або в довільних одиницях: міліватах, мікроватах на квадратний сантиметр (мВт/см<sup>2</sup>, мкВт/см<sup>2</sup>).

Електромагнітні поля особливо негативно впливають на організм людини, яка безпосередньо працює з джерелом випромінювання. В діапазоні промислових частот більше негативний вплив на біологічний об'єкт має електрична складова поля.

Найчутливішими до ЕМП є нейродинамічні процеси, які прямо чи побічно перемикають хронобіологічні процеси організму на патологічний або стресовий режим функціонування.

При дії ЕМП на людину можливі гострі та хронічні форми порушення фізіологічних функцій організму. Такі порушення виникають в результаті дії електричної складової ЕМП на нервову систему, а також на структуру кори головного та спинного мозку, серцево-судинної системи.

У більшості випадків такі зміни в діяльності нервової та серцево-судинної системи мають зворотній характер, але в результаті тривалої дії вони накопичуються, підсилюються з плином часу, але, як правило, зменшуються та зникають при виключенні впливу та поліпшенні умов праці. Тривалий та інтенсивний вплив ЕМП призводить до стійких порушень в організмі людини та захворювань.

Сумісна дія випромінювань широкого діапазону може викликати окрему радіохвильову хворобу.

Тяжкість її наслідків прямо залежить від напруженості ЕМП, фізичних особливостей різних діапазонів частот, тривалості впливу, умов навколишнього середовища, а також від функціонального стану та стійкості організму до впливу різних чинників, можливостей адаптації. Збільшується ризик виникнення загальних захворювань, захворювань органів дихання, травлення тощо. Це може відбуватися також і за дуже невеликої інтенсивності ЕМП, яка незначно перевищує гігієнічні нормативи.

Результатом дії на організм людини електромагнітних випромінювань в діапазоні 30 кГц – 300 МГц є: загальна слабкість, підвищена втома, порушення сну, головний біль та біль в ділянці серця. З'являється роздратованість, втрачається увага, сповільнюються рухово-мовні реакції.

Виникає ряд симптомів, які свідчать про порушення роботи окремих органів – шлунку, печінки, підшлункової залози. Погіршуються харчові та статеві рефлекси, діяльність серцево-судинної системи, фіксуються зміни показників білкового та вуглеводного обміну, змінюється склад крові, зафіксовані зміни на рівні клітин. Систематична дія ЕМП високої та надвисокої частоти на організм людини викликає підвищення кров'яного тиску, трофічні явища (випадіння волосся, ламкість нігтів). ЕМП викликають зміну поляризації молекул та атомів, які є складовою частиною клітин, в результаті чого виникає небезпечний нагрів. Надмірне тепло наносить шкоду як окремим органам, так і всьому організму людини.

Професійні захворювання виникають у працівників при тривалому та інтенсивному опроміненні.

При інтенсивності випромінювань близько 20 мкВт/см<sup>2</sup> реєструється зменшення частоти пульсу, знижується артеріальний тиск, тобто явна реакція на опромінення. Така реакція сильніша й може навіть виражатися у підвищенні температури шкіри в осіб, які раніше потрапляли під дію опромінення.

При інтенсивності 6 мВт/см<sup>2</sup> з'являються зміни у статевих залозах, у складі крові, відбувається помутніння кришталика ока. В подальшому –



зміни у здатності крові зсідатися, в умовно-рефлекторній діяльності, вплив на клітини печінки, зміни у корі головного мозку. Потім – підвищення кров'яного тиску, розрив капілярів та крововиливи у легені та печінку.

Випромінювання інтенсивністю до 100 мВт/см<sup>2</sup> викликають стійкі гіпотонію та зміни серцево-судинної системи, двосторонню катаракту. Подальше опромінення помітно впливає на тканини організму, викликає больові відчуття.

Якщо інтенсивність перевищує 1 Вт/см<sup>2</sup>, це спричинює дуже швидко втрату зору, як один із серйозних ефектів дії НВЧ на організм людини. На більш низьких частотах такі ефекти не відбуваються, і тому їх треба вважати специфічними для НВЧ діапазону. Ступінь пошкодження залежить, в основному, від інтенсивності та тривалості опромінення.

Інтенсивне НВЧ опромінення відразу викликає сльозотечу, подразнення, звуження зіниці ока. Після нетривалого (до 2-х діб) прихованого періоду спостерігається погіршення зору, яке посилюється під час повторного опромінення і свідчить про кумулятивний характер пошкоджень.

У людини наявні механізми відбудови пошкоджених клітин, які вимагають тривалого часу (10-20 діб). Зі зростанням часу та інтенсивності впливу електромагнітних випромінювань, пошкодження набувають незворотного характеру.

У разі прямого впливу на око випромінювання відбувається пошкодження рогівки. серед усіх тканин ока найбільшу чутливість в діапазоні 1-10 ГГц має кришталик. Сильні пошкодження кришталика зумовлені тепловим впливом НВЧ (при щільності потоку енергії понад 100 мВт/см<sup>2</sup>). За малої інтенсивності помутніння спостерігаються тільки у задній ділянці, за великої – по всьому об'єму кришталика. Для попередження професійних захворювань, які виникають у результаті тривалої дії електромагнітних випромінювань, встановлені гранично допустимі рівні

електромагнітних випромінювань, які необхідно контролювати не рідше 1 разу на рік.

Оздоровчі заходи слід здійснювати згідно з Єдиними санітарними правилами під час роботи з джерелами випромінювань електромагнітного поля радіочастот № 848-70 і ГОСТ 12.1.007-76 «Електромагнітні поля радіочастот. Загальні вимоги безпеки». Основними засобами захисту персоналу є раціональне розміщення устаткування в приміщенні, загальне екранування установки і окремих її елементів, дистанційне керування апаратами, розміщеними в екранованих кабінах. Під час роботи з генераторами НВЧ застосовують спеціальні поглиначі, заповнені графітом, порошковим залізом тощо, а також екрани. Засобом індивідуального захисту є спец. захисні окуляри – сітчасті або з покриттям скла тонким шаром металу.

## ВИСНОВКИ

В дипломній роботі магістра розроблено методи та засоби узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею

1. При конструюванні медичної апаратури використовують стандартні шини та інтерфейси передачі даних для обміну інформацією та керування апаратом як в середині конструкції так і з зовнішнім середовищем. Зазвичай використовують: проводові USB, SPI, UART, I<sup>2</sup>C та безпроводні Bluetooth, Wi-Fi, XBee.

2. Міжнародні стандарти Health Level, які призначені для збереження, передачі медичної інформації та адміністративних даних пов'язаних з охороною здоров'я у програмному забезпеченні. Стандарти сфокусовані на прикладному рівні, який є «шаром 7» в моделі OSI, тобто є надбудовою над всіма протоколами передачі даних. Ці стандарти потребують розробки методів та засобів узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею для побудови системи «Цифрова лікарня».

3. Розроблений пристрій узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею фактично виконує роль і функції міні сервера, який може об'єднувати декілька медичних пристроїв і підмереж (проводових USB, SPI, I<sup>2</sup>C і безпроводних Bluetooth, Wi-Fi, XBee). Також пристрій може бути приєднаний до проводової мережі і виконувати функції роутера. Виконання конкретних функцій пристроєм програмується і налаштовується згідно потреб мережі лікарні.

4. За методикою тестування мережі і пристроїв XBee можна перевірити дальність та надійність зв'язку між модулями XBee, оцінити втрати пакетів при їх передачі. Оцінити швидкість передачі даних між різними частинами безпроводної мережі.

5. За отриманими результатами тестування мережі Wi-Fi можна оцінити в яких місцях найефективніше розміщувати пристрої узгодження

вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею. А також як їх налаштувати для отримання максимальної пропускної здатності особливо при наявності багатьох точок доступу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Медичне обладнання [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу: <https://xai-medica.com/ua/equipments.html>.
2. Digital Hospital [Електронний ресурс] // Avalue Technology Inc.. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: [https://m.avalu.com.tw/solutions/Healthcare/Digital-Hospital\\_17?fbclid=IwAR2ku2P2sl4UBHdxkSywnkjKL4Risz9T9ut-8Ob6CNU5vVupFA-bdN\\_mm2I](https://m.avalu.com.tw/solutions/Healthcare/Digital-Hospital_17?fbclid=IwAR2ku2P2sl4UBHdxkSywnkjKL4Risz9T9ut-8Ob6CNU5vVupFA-bdN_mm2I).
3. IoT finds its way into hospitals [Електронний ресурс] // Paessler AG. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: [https://www.paessler.com/iot/healthcare?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=ROW\\_EN\\_DSA\\_website\\_Categories&utm\\_adgroup=paessler%20ag&utm\\_adnum=dsa\\_en\\_03&utm\\_campaignid=608925097&utm\\_adgroupid=28376597205&utm\\_targetid=dsa-160035998898&utm\\_customerid=739-203-2908&utm\\_location=1012865&gclid=CjwKCAiA\\_MPuBRB5EiwAHTTvMaL5Uox7XLwX5TMHBQJepH\\_K4NkxpZDrl6bzbObMp0De8wGWS0oBbRoC07wQAvD\\_BwE&fbclid=IwAR1Yob3\\_SQ86-lpvUOs8sXeG6ZPacmnUQnD8yfafAbcX61Zbe5UklbHHrUo](https://www.paessler.com/iot/healthcare?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=ROW_EN_DSA_website_Categories&utm_adgroup=paessler%20ag&utm_adnum=dsa_en_03&utm_campaignid=608925097&utm_adgroupid=28376597205&utm_targetid=dsa-160035998898&utm_customerid=739-203-2908&utm_location=1012865&gclid=CjwKCAiA_MPuBRB5EiwAHTTvMaL5Uox7XLwX5TMHBQJepH_K4NkxpZDrl6bzbObMp0De8wGWS0oBbRoC07wQAvD_BwE&fbclid=IwAR1Yob3_SQ86-lpvUOs8sXeG6ZPacmnUQnD8yfafAbcX61Zbe5UklbHHrUo).
4. Dimitrov D. Medical Internet of Things and Big Data in Healthcare [Електронний ресурс] / Dimiter V. Dimitrov // Healthc Inform Res. 2016 Jul; 22(3): 156–163.. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4981575/?fbclid=IwAR3gIu1kNIkkGygwYbwABub9UyCd9DKA-2G1QnFhGxDUQfaXnnciBKggx2M#>.
5. Baker S. B. Internet of Things for Smart Healthcare: Technologies, Challenges, and Opportunities / S. B. Baker, W. Xiang and I. Atkinson / in IEEE Access, 2017, vol. 5, pp. 26521-26544.
6. Інтернет речей у бізнес-середовищі: виклики для кібербезпеки [Електронний ресурс] // Eset. – 2019. – Режим доступу до ресурсу:

<https://eset.ua/ua/news/view/669/Internet-veshchey-v-biznes-srede-vyzovy-dlya-kiberbezopasnosti>.

7. BTL CARDIOPOINT-NET НОВИЙ СТАНДАРТ ОБРОБКИ ДАНИХ [Електронний ресурс] // Режим доступу до ресурсу:

<https://www.btl.ua/products-cardiology-btl-networking>

8. Таненбаум Э. Компьютерные сети. 4-е изд. [Текст]/ Э. Таненбаум. – СПб.: Питер, 2008. – 992 стр.

9. Gordon R. The hospital of the future [Електронний ресурс] / R. Gordon, M. Perlman, M. S Датчики та модулі [Ел. ресурс] / Режим доступу:

<https://raspberrypi.in.ua/product/nabordatchikov-i-modulej-dlya-raspberry-pi-16-sht/.hukla> // Deloitte. – 2017. – Режим доступу до ресурсу:

<https://www2.deloitte.com/ua/uk/pages/life-sciences-and-healthcare/articles/global-digital-hospital-of-the-future.html>.

10. Монк С. Raspberry Pi. Сборник рецептов. Решение программных и аппаратных задач / Саймон Монк., 2017. – 528 с. – (O'Reilly).

11. Build secure IoT devices with Ubuntu Core [Ел. ресурс] / Режим доступу: <https://ubuntu.com/core>

12. Raspberry Pi [Ел. ресурс]. – Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi](https://ru.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi)

13. RASPBERRY PI 2 MODEL B [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-2-model-b/>

14. Датчики та модулі [Ел. ресурс] / Режим доступу: <https://raspberrypi.in.ua/product/nabordatchikov-i-modulej-dlya-raspberry-pi-16-sht/>.

15. Raspberry Pi 3 Model B [Ел. ресурс] / Режим доступу: <http://wiki.amperka.ru/rpi:raspberry-pi-3-model-b>

16. Обзор Raspberry Pi 3: одноплатник, который стал полноценным компьютером [Ел. ресурс] / Режим доступу: <https://myraspberry.ru/obzor-raspberry-pi-3-odnopltnik,-kotoryij-stal-polnoczennyim-kompyuterom.html>

17. Raspberry Pi 3 Model B — одноплатный мини компьютер с 64-х битным 4-ядерным процессором ARM Cortex-A53 [Ел. ресурс] / Режим доступа: <https://micro-pi.ru/raspberry-pi-3-model-b-rpi-bcm2837/>

18. Raspberry Pi . Урок 3. Настройка сети [Ел. ресурс] / Режим доступа: <http://raspberrypi.kiev.ua/raspberry-pi-%D1%83%D1%80%D0%BE%D0%BA-3/>

19. Raspberry Pi: настройка и управление [Ел. ресурс] / Режим доступа: <https://radioprogram.ru/post/110>

20. Заводим Raspberry Pi: установка, подключение, начало работы [Ел. ресурс] / Режим доступа: <http://wiki.amperka.ru/rpi:installation>

21. Подключение Raspberry Pi к Wi-Fi [Ел. ресурс] / Режим доступа: <http://robocraft.ru/blog/electronics/3162.html>

22. НАЛАШТУВАННЯ ПІДКЛЮЧЕННЯ RASPBERRY PI ДО МЕРЕЖІ | ЗАНЯТТЯ 3 [Ел. ресурс] / Режим доступа: <http://mikrotik.kpi.ua/index.php/courses-list/category-raspberry/68-configuring-the-connection-to-the-raspberry-pi-session-3>

23. Розподілені мікропроцесорні системи: конспект лекцій [Електронний ресурс]: для підготовки докторів філософії в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікація за спеціальністю 171 Електроніка за спеціалізацією «Електронні системи» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Т. О. Терещенко – Електронні текстові данні (1 файл:5544 кбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 192 с.

24. UART и USART. COM-порт. Часть 1. - режим доступа до ресурсу: [http://www.rotr.info/electronics/mcu/arm\\_usart.htm](http://www.rotr.info/electronics/mcu/arm_usart.htm).

25. Описание шины I2C - режим доступа до ресурсу: [http://www.itt-ltd.com/reference/ref\\_i2c.html](http://www.itt-ltd.com/reference/ref_i2c.html).

26. Universal serial bus режим доступа до ресурсу: <http://www.usb.org>.

27. Последовательный интерфейс SPI (3-wire) - режим доступа до ресурсу: <http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/interface/spi/index.htm>.

## Додатки



## Додаток А

Опубліковані тези конференцій за напрямом дипломної роботи магістра

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)  
Національна академія наук України  
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)  
Маріборський університет (Словенія)  
Технічний університет у Кошице (Словаччина)  
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)  
Шяуляйська державна колегія (Литва)  
Жешувський політехнічний університет ім. Лукасевича (Польща)  
Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)  
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)  
Національний університет біоресурсів і природокористування України (Україна)  
Наукове товариство ім. Шевченка  
ГО «Асоціація випускників Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»

# **АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

## **Збірник**

тез доповідей

## **Том II**

**VIII Міжнародної науково-технічної  
конференції молодих учених та студентів**

27-28 листопада 2019 року



**УКРАЇНА  
ТЕРНОПІЛЬ – 2019**

УДК 001  
A43

Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей VIII міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27–28 листоп. 2019.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2019. – 143.

#### ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

**Голова:** Ясній Петро Володимирович – д.т.н., проф., ректор ТНТУ ім. І. Пулюя (Україна).

**Заступник голови:** Рогатинський Роман Михайлович – д.т.н., проф. ТНТУ ім. І. Пулюя. (Україна)

**Вчений секретар:** Дзюра Володимир Олексійович – к.т.н., доц. ТНТУ ім. І. Пулюя. (Україна)

**Члени:** Вухерер Т. – професор факультету інженерної механіки Маріборського університету (Словенія); Фресард Ж. – професор університету П'єра і Марії Кюрі (Франція); Вінаш Я. – професор кафедри технології металів Технічного університету у Кошице (Словаччина); Прентковскіс О. – декан факультету Вільнюського технічного університету ім. Гедимінаса (Литва); Шяджювене Н. – директор Шауляйської державної колегії (Литва); Стахович Ф. – завідувач кафедри обробки матеріалів тиском Жешувського політехнічного університету ім. Лукасевича (Польща); Богданович А. – професор кафедри механіки Білоруського національного технічного університету (Республіка Білорусь); Меню А. – д.т.н., професор Міжнародного університету цивільної авіації (Марокко); Ловейкій В. – д.т.н., професор, завідувач кафедри конструювання машин національного університету біоресурсів і природокористування України; Андрейків О. – д.т.н., професор кафедри механіки Львівського національного університету ім. І. Франка, член-корр. НАН України.

**Адреса оргкомітету:** ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, 46001,  
тел. (096) 2366752, факс (0352) 254983

E-mail: [yolodymyrdzyura@gmail.com](mailto:yolodymyrdzyura@gmail.com)

Редагування, оформлення, верстка: Дзюра В.О.

#### СЕКЦІЇ КОНФЕРЕНЦІЇ, ЯКІ ПРЕДСТВЛЕНІ В ЗБІРНИКУ

– компютерно-інформаційні технології та системи зв'язку.

**УДК 615.47:004.71**

**П.С. Євтух докт. техн. наук, В.П. Храпа**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ УЗГОДЖЕННЯ ВИХІДНИХ ЦИФРОВИХ ПОТОКІВ  
МЕДИЧНИХ ПРИЛАДІВ З БЕЗПРОВІДНОЮ МЕРЕЖЕЮ**

**P.S. Evtukh Dr., V.P. Khrapa**

**METHODS AND MEANS OF CONDITIONING OUTPUT DIGITAL FLOWS OF  
MEDICAL DEVICES WITH A WIRELESS NETWORK**

Для кращого діагностування та ефективнішої роботи лікувальних закладів все більше використовують нові технології та краще обладнання. Тому медична техніка удосконалюється в напрямку застосування цифрових та мережових технологій. Все більша кількість медичних приладів використовує цифрове опрацювання сигналів, цифрове керування або цифрове представлення результатів та має можливість підключення до ПК або комп'ютерної мережі. Отримані за допомогою таких приладів результати діагностування не доцільно роздруковувати, а краще одразу надіслати до електронної медичної картки, тим більш що система обліку за допомогою електронної медичної картки вже почала працювати в тестовому режимі. Однак, щоб надіслати результати обстежень, необхідно забезпечити сумісність цифрових потоків між приладами і комп'ютерною, гарантувати захист надісланої конфіденційної інформації, а отже виникає задача розробити методи і засоби узгодження цифрових потоків медичних приладів з комп'ютерною мережею. Особливо це актуально при використанні безпроводної мережі, доступ до якої складно обмежити фізично.

Для вирішення такої задачі її необхідно розділити на декілька завдань.

1) Узгодження аналогових сигналів та їх оцифрування. Значна частина медичних діагностичних приладів мають аналогові виходи (електрокардіографи, електроенцефалографи та ін.) з яких можна отримати сигнал при виконанні обстеження. Ці виходи мають різні рівні сигналів, тому їх перед оцифруванням необхідно підсилити, а також багато каналів — відведень які після оцифрування необхідно зберегти незалежно один від одного. Найкраще таке завдання виконує цифровий сигнальний процесор.

2) Узгодження цифрових сигналів за рівнем і протоколом. Цифрові сигнали мають різні рівні (3,3В, 5В та ін.) та протоколи передачі (UART, I2C, SPI та ін.) тому необхідно використати пристрій який має багато входів з різними протоколами — мікрокомп'ютер і, якщо потрібно, додаткові адаптери на інші протоколи (RS-485 та ін.).

3) Формування пакету та захист інформації. Згідно вимог електронної медичної картки має бути сформований пакет з медичною інформацією та ідентифікатором пацієнта. Він має бути захищений від несанкціонованого доступу одним із шифрів які реалізуються апаратно (це гарантує швидкість виконання операції) наприклад AES-128.

4) Вибір безпроводного стандарту. Вибір безпроводного стандарту передачі даних залежить від об'єму та швидкості яку необхідно забезпечити при обміні інформацією. Також цей стандарт має забезпечити надійний зв'язок з низькою імовірністю перехоплення. Доцільно поєднати декілька стандартів які можуть працювати одночасно, наприклад швидкісний Wi-Fi та повільний ZigBee.

Обґрунтування та вибір існуючих методів та засобів узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею уможливить автоматизувати значну частину роботи медичного персоналу при оформленні електронної медичної картки та підвищити ефективність їх роботи.

25. **М.М. Долик**  
СПОСОБИ КОПЮВАННЯ АРХІВНИХ ДОКУМЕНТІВ 34
26. **П.С. Євтух, В.П. Храпа**  
МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ УЗГОДЖЕННЯ ВИХІДНИХ ЦИФРОВИХ ПОТОКІВ  
МЕДИЧНИХ ПРИЛАДІВ З БЕЗПРОВІДНОЮ МЕРЕЖЕЮ 35
27. **Р.В. Заровенний, Б.І. Яворський, В.В. Лесів, А.С. Марценюк**  
МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ РОЗДІЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ПЕРЕТВОРЕННЯ  
РЯДКОВОЇ РОЗГОРТКИ ЗОБРАЖЕННЯ В КРУГОВУ 36
28. **М.В.Зварич, М.П.Холодзьон, В.І.Ядельський**  
ОГЛЯД ПАРАДИГМИ РОЗРОБКИ АЛГОРИТМУ «РОЗДІЛЯЙ І  
ВОЛОДАРЮЙ» 37
29. **І.П. Земба, Г.П. Химич, О.М. Мулик**  
АНТЕНА ОФСЕТНОГО ТИПУ ДЛЯ ДВОХ ЧАСТОТНИХ ДІАПАЗОНІВ 38
30. **В.Р. Камаєв**  
АНАЛІЗ КОМУНІКАЦІЇ ПРИСТРОЇВ ПОБУДОВАНИХ НА БАЗІ  
ТЕХНОЛОГІЇ BLUETOOTH LOW ENERGY 39
31. **С.М.Квач, Н.В. Грабовський, А.П. Петрук**  
АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ В ПРОМИСЛОВІСТЬ 41
32. **І.П.Ковальчик, В.В.Драга, В.М.Фірман**  
IT І BIGDATA ЯК ІНСТРУМЕНТИ ПРОГНОЗУВАННЯ СТИХІЙНИХ  
ЛИХ ТА ШВИДКОГО ПОШИРЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ 42
33. **Б.П. Ковалюк, В.О. Лукашук**  
МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОГО ДИСТАНЦІЙНОГО  
КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ВАНТАЖУ В ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ 44
34. **Р.В. Ковбасюк, А.А. Луцків, А.П.Маслянко, О.П. Гайдамаха**  
ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ARDUINOПРИ РОЗРОБЦІ  
АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ РІЗНИХ ТИПІВ 45
35. **М.П. Комар, М.С. Лушак, В.М. Огар, І.П. Харкавців, Р.І. Яворський**  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ ВТОРГНЕНЬ У  
КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ 46
36. **М.П. Комар, Н.М. Коцій, Ю.В. Крижанівський, Р.В. Мельникович, С.Ю.  
Сокальський, В.М. Лісовенко**  
ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ГЛИБОКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ТА АНАЛІЗУ ДАНИХ 47
37. **В.В. Костенко, І.В. Коноваленко, Д.І. Оболкін, В.О. Соколенко**  
ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У  
ПОШУКОВИХ СИСТЕМАХ 48

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ**

**МАТЕРІАЛИ**

**VII НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ,  
СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**



**11–12 грудня 2019 року**

**ТЕРНОПІЛЬ  
2019**

УДК 001  
МЗ4

### ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

**Голова:** Лупенко Сергій Анатолійович – докт. техн. наук, професор.

**Співголова:** Баран Ігор Олегович – канд. техн. наук, доцент, декан факультету ФІС.

**Науковий секретар:** Семенишин Галина Мирославівна – старший викладач.

**Члени:** докт. фіз.-мат. наук, професор В. Кривень; докт. техн. наук, професор М. Приймак; канд. техн. наук, доцент, Г. Осухівська; докт. техн. наук, професор М. Карпінський; канд. пед. наук, доцент Ж. Баб'як; докт. фіз.-мат. наук, професор М. Петрик; канд. техн. наук, доцент Н. Загородна.

### ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

**Голова:** Скоренький Юрій Любомирович – канд. техн. наук, доцент.

**Члени:** канд. екон. наук, доцент І. Струтинська; канд. техн. наук, доцент Я. Кінах; асистент М. Стадник; асистент Н. Шаблій; ст. викладач Л. Джиджора.

Матеріали VII науково-технічної конфіції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 11 – 12 грудня 2019 р.). – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 196 с.

**Адреса оргкомітету:** ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, 46001, тел. (0352) 52-41-33, факс (0352) 254983.

E-mail: [conferencefis@gmail.com](mailto:conferencefis@gmail.com)

Редагування, оформлення, верстка: Сіткар О.А.

### СЕКЦІЇ КОНФЕРЕНЦІЇ, ЯКІ ПРЕДСТВЛЕНІ В ЗБІРНИКУ

- Математичне моделювання;
- Інформаційні системи та технології;
- Комп'ютерні системи та мережі;
- Програмна інженерія та моделювання складних розподілених систем;
- Новітні фізико-технічні та освітні технології.

В збірнику надруковано тези доповідей VII науково-технічної конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» (Тернопіль, 11 – 12 грудня 2019 р.) за такими науковими напрямками: математичне моделювання; інформаційні системи та технології; комп'ютерні системи та мережі; програмна інженерія та моделювання складних розподілених систем; новітні фізико-технічні та освітні технології.

Розрахований на науковців, викладачів та студентів вузів.

**За зміст тез та дотримання норм академічної доброчесності відповідальність несе автор.**

© Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, ..... 2019

УДК 615.47:004.71

**П. Євтух, В. Храпа**

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

### **МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ УЗГОДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ПОТОКІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ІОТ ДО МЕДИЧНИХ ПРИЛАДІВ**

UDC 615.47:004.71

**P. Evtukh, V. Khrapa**

(Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ukraine)

### **METHODS AND MEANS OF CONDITIONING OUTPUT DIGITAL FLOWS IN THE APPLICATION IOT TO MEDICAL DEVICES**

Підвищення ефективності роботи лікувальних закладів є важливим адже забезпечить швидше виконання медичних послуг і процедур за коротший час і з меншими витратами. Для цього використовують нові технології та краще обладнання які забезпечують зменшення рутинної роботи які виконує медичний персонал. Однією з таких технологій є запровадження електронного документообігу у вигляді електронної медичної картки. При запровадженні цієї технології необхідно щоб результати медичних досліджень без втручання медичного персоналу потрапляла до електронної медичної картки. Цьому сприяє те, що все більша кількість медичних приладів використовує цифрове опрацювання сигналів, цифрове керування або цифрове представлення результатів та має можливість підключення до ПК або комп'ютерної мережі. Однак, щоб надіслати результати обстежень, необхідно забезпечити сумісність цифрових потоків між приладами і комп'ютерною мережею, гарантувати захист надіслані конфіденційної інформації, фактично реалізувати технологію ІоТ для медичних приладів. Для цього необхідно вибрати методи та засоби узгодження цифрових потоків між медичними приладами та комп'ютерною безпроводною мережею.

Вирішення цієї задачі потребує узгодження цифрових сигналів за рівнем і протоколом. Цифрові сигнали мають різні рівні (+3,3В, +5В для UART та ін.) та протоколи передачі (UART, I2C, SPI та ін.) тому необхідно використати пристрій який має багато входів з різними протоколами — мікрокомп'ютер і, якщо потрібно, додаткові адаптери на інші протоколи (RS-232, RS-485, RS-422 та ін.). Отримані дані формуються в пакети для передачі безпроводною мережею.

Формування пакету та захист інформації виконується мікрокомп'ютером та цифровим модемом безпроводного стандарту. За вимогами електронної медичної картки має бути сформований пакет з медичною інформацією та ідентифікатором пацієнта. Він має бути захищений від несанкціонованого доступу одним із шифрів які реалізуються апаратно (це гарантує швидкість виконання операції) наприклад шифрування AES-128 апаратно виконує цифровий модем XBee який працює за стандартом ZigBee.

Вибір безпроводного стандарту передачі даних залежить від об'єму інформації та швидкості її обміну. Також цей стандарт має забезпечити надійний зв'язок з низькою імовірністю перехоплення. Доцільно поєднати декілька стандартів які можуть працювати одночасно, наприклад швидкісний Wi-Fi та повільний ZigBee.

Застосування запропонованого підходу уможливить автоматизувати значну частину роботи медичного персоналу при оформленні електронної медичної картки та підвищити ефективність їх роботи. А також створити передумови побудови цифрової лікарні з максимальним використанням інформаційних технологій при лікуванні в стаціонарі та амбулаторії.

## СЕКЦІЯ 3. КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ

<b>В. Владика, Д. Величко, Г. Осухівська</b> ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ В СИСТЕМІ «ЦИФРОВА ЛІКАРНЯ»	109
<b>В. Барбарич, Ю. Івануса</b> ШКІДЛИВИЙ ВПЛИВ WI-FI НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ	110
<b>М. Бедрийчук</b> РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ АДАПТИВНОЇ СЕЛЕКЦІЇ КАНАЛІВ ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»	112
<b>Д. Войтина, В. Яцишин</b> АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ КРИТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	113
<b>Р. Гаван, В. Яцишин</b> ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІЗУ ТОНАЛЬНОСТІ ТЕКСТУ НА ОСНОВІ АСПЕКТІВ ПРИ ВДОСКОНАЛЕННІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ	114
<b>С. Галан, В. Яцишин</b> ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ «РОЗУМНИХ СИСТЕМ» З МОЖЛИВІСТЮ ВЗАЄМОДІЇ З ХМАРНИМИ СЕРВІСАМИ	115
<b>Р. Гайдук, Д. Михалик</b> РОЗРОБКА СОЦІАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ БІБЛІОТЕК З ВИКОРИСТАННЯМ .NET ТЕХНОЛОГІЙ	116
<b>Ю. Голояд</b> МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ	117
<b>І. Голуб, О. Ясній</b> МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПОБУДОВИ МЕРЕЖЕВИХ КОМУТАТОРІВ ЗПІДТРИМКОЮ ТЕХНОЛОГІЙ GERON ТА LTE	118
<b>А. Джинджиристий, М. Паламар</b> АНАЛІЗ МЕТОДІВ КОЛАБОРАТИВНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ПРИ ПІДБОРІ КОМАНДИ РОЗРОБНИКІВ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ	119
<b>П. Євтух, В. Храпа</b> МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ УЗГОДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ПОТОКІВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ІОТ ДО МЕДИЧНИХ ПРИЛАДІВ	120
<b>А. Жуйвода</b> МЕТОД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ГОЛОСОВИХ СИГНАЛІВ В КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖАХ	121
<b>А. Жуйвода</b> ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ПОТОКОВОГО ТРАФІКУ	122
<b>О. Зимницький</b> ВРАЗЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ КРИПТОГРАФІЧНИХ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ ПРОТОКОЛУ SSL/TLS	123
<b>Б. Калиниченко, І. Грод</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ВРАЗЛИВОСТЕЙ МЕРЕЖІ ОФІСУ "ZoomSupport" ТА МЕТОДІВ ЇХ УСУНЕННЯ	124
<b>В. Ковальов, С. Лупенко</b> МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПОБУДОВИ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ ДІАЛГОВИХ СИСТЕМ ТОРГОВОГО ЦЕНТРУ	125
<b>І. Купрагий</b> НЕЙРОМЕРЕЖІ У СИСТЕМАХ БІОМЕТРИЧНОЇ АУТЕНТИФІКАЦІЇ ЗА КЛАВІАТУРНИМ ПОЧЕРКОМ	126
<b>О. Ліщук, Є. Тиш</b> ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ АГРЕГАЦІЇ КАНАЛІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ	127



## Додаток Б

## Текст програми управління портами на мові Python

```
##server
from socket import *      #import the socket library
import RPi.GPIO as GPIO
import time

##let's set up some constants
HOST = ''                #we are the host
PORT = 6000              #arbitrary port not currently in use
ADDR = (HOST,PORT)       #we need a tuple for the address
BUFSIZE = 4096          #reasonably sized buffer for data

## now we create a new socket object (serv)
## see the python docs for more information on the socket types/flags
serv = socket( AF_INET,SOCK_STREAM)....

##bind our socket to the address
serv.bind((ADDR))        #the double parens are to create a tuple with one element
serv.listen(5)           #5 is the maximum number of queued connections we'll allow
serv = socket( AF_INET,SOCK_STREAM)....
GPIO.setwarnings(False)
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)
GPIO.setup(18, GPIO.OUT) #relay1
GPIO.setup(16, GPIO.OUT) #relay2
GPIO.setup(15, GPIO.OUT) #relay3
GPIO.setup(13, GPIO.OUT) #relay4
GPIO.setup(7, GPIO.OUT)  #relay5
GPIO.setup(11, GPIO.OUT) #relay6
GPIO.setup(22, GPIO.OUT) #led

GPIO.output(18, GPIO.HIGH)
GPIO.output(16, GPIO.HIGH)
.
##bind our socket to the address
serv.bind((ADDR))        #the double parens are to create a tuple with one element
serv.listen(1)           #1 is the maximum number of queued connections we'll allow
```

```
while 1:
    conn,addr = serv.accept() #accept the connection
    while 1:
        data = conn.recv(1024)
        if (data=='4'):
            GPIO.output(22,True)
            time.sleep(0.3)
            GPIO.output(18,False)
            time.sleep(0.5)
            GPIO.output(18,True)
            time.sleep(0.3)
            GPIO.output(22,False)

        if (data=='3'):
            GPIO.output(22,True)
            time.sleep(0.3)
            GPIO.output(16,False)
            time.sleep(0.5)
            GPIO.output(16,True)
            time.sleep(0.3)
            GPIO.output(22,False)

        if (data=='5'):
            GPIO.output(22,True)
            time.sleep(0.3)
            GPIO.output(16,False)
            GPIO.output(18,False)
            time.sleep(0.9)
            GPIO.output(16,True)
            GPIO.output(18,True)
            time.sleep(0.3)
            GPIO.output(22,False)

        if not data:
            break
```

## Додаток В

## Текст програми управління модулем XВee через UART на мові С

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <unistd.h>
#include <fcntl.h>
#include <termios.h>

int main(int argc, char* argv[]) {

    struct termios serial;
    char* str = "Hello";
    char buffer[10];

    if (argc == 1) {
        printf("Usage: %s [device]\n\n", argv[0]);
        return -1;
    }

    printf("Opening %s\n", argv[1]);

    int fd = open(argv[1], O_RDWR | O_NOCTTY | O_NDELAY);

    if (fd == -1) {
        perror(argv[1]);
        return -1;
    }

    if (tcgetattr(fd, &serial) < 0) {
        perror("Getting configuration");
        return -1;
    }

    // Set up Serial Configuration
    serial.c_iflag = 0;
    serial.c_oflag = 0;
    serial.c_lflag = 0;
    serial.c_cflag = 0;

    serial.c_cc[VMIN] = 0;
    serial.c_cc[VTIME] = 0;

    serial.c_cflag = B115200 | CS8 | CREAD;

    tcsetattr(fd, TCSANOW, &serial); // Apply configuration

    // Attempt to send and receive
    printf("Sending: %s\n", str);

    int wcount = write(fd, &str, strlen(str));
    if (wcount < 0) {
        perror("Write");
        return -1;
    }
    else {
        printf("Sent %d characters\n", wcount);
    }
}
```

```
}  
  
int rcount = read(fd, &buffer, sizeof(buffer));  
if (rcount < 0) {  
    perror("Read");  
    return -1;  
}  
else {  
    printf("Received %d characters\n", rcount);  
}  
  
buffer[rcount] = '\0';  
  
printf("Received: %s\n", buffer);  
  
close(fd);  
}
```