

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ  
І ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

**Храпа Володимир Петрович**

УДК 615.47:004.71

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

123 «Комп'ютерна інженерія»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль  
2019

Роботу виконано на кафедрі комп'ютерних систем та мереж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерних систем та мереж  
**Євтух Петро Сильвестрович**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент кафедри біотехнічних систем  
**Дозорський Василь Григорович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

Захист відбудеться 26 грудня 2019 р. о 12<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №37 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд. 1-603

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**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 мережевих 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.

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 проводових і безпроводних інтерфейсів передачі даних, що уможливорює 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 уможливорює побудову розподіленої комп'ютерної системи збору і передачі медичної інформації.

**Практичне значення** одержаних результатів полягає в наступному: отримані результати уможливили розробку вбудованій 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.

**Апробація.** Окремі результати роботи доповідалися на VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Тернопіль (2019р.). Та на VII науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Тернопіль (2019р.).

**Структура роботи.** Дипломна робота складається із вступу, шести розділів, висновку, викладених 94 сторінках, списку використаних джерел з 27 назв на 3 сторінках, додатків на 13 сторінках, загальний обсяг роботи становить 109 сторінок.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, показано

наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, розкрито питання апробації результатів дипломної роботи на науково-технічній конференції.

**У першому розділі** «Аналіз методів та засобів формування цифрових потоків від медичних приладів» 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.

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».

**У другому розділі** «Побудова методів та засобів узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею» побудовано структурну схему пристрою узгодження вихідних цифрових потоків. Обґрунтовано використання різних апаратних засобів для побудови пристрою узгодження вихідних цифрових потоків.

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.

**У третьому розділі** «Тестування методів та засобів узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею» розроблено методику конфігурування та тестування радіомодулів XBee для роботи

пристрою узгодження вихідних цифрових потоків. А також проведено тестування безпроводної мережі Wi-Fi для ефективного розміщення пристрою узгодження вихідних цифрових потоків.

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

У **четвертому розділі** «Обґрунтування економічної ефективності» розраховано значення економічної ефективності створення пристрою узгодження вихідних цифрових потоків, яке становить 0,62, що є високим значенням.

У **п'ятому розділі** «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» висвітлено питання охорони праці при створенні пристрою узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею. У підрозділі безпека життєдіяльності розглянуто методи захисту виробничого персоналу об'єкта та населення території у разі виникнення надзвичайної ситуації. А також основи фізіології праці й комфортних умов життєдіяльності.

У **шостому розділі** «Екологія» проаналізовано сучасні програмні продукти для обробки великих масивів екологічної інформації. А також розглянуто проблему електромагнітного забруднення довкілля, його вплив на людину.

У **додатках** до дипломної роботи наведено тексти програм для роботи з портами пристрою узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею. Також додано опубліковані тези конференцій.

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

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Євтух П.С. Методи та засоби узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею / П.С. Євтух, В.П. Храпа // VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій».— Т.: ТНТУ, 2019 – С. 35.

2. Євтух П.С. Методи та засоби узгодження цифрових потоків при застосуванні IoT до медичних приладів / П.С. Євтух, В.П. Храпа // VII науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології».— Т.: ТНТУ, 2019 – С. 120.

## **АНОТАЦІЯ**

Храпа Володимир Петрович. Методи та засоби узгодження вихідних цифрових потоків медичних приладів з безпроводною мережею. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 123 — “Комп’ютерна інженерія”, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, факультет комп’ютерно-інформаційних систем і програмної інженерії, кафедра комп’ютерних систем та мереж, група СІм-61, Тернопіль, 2019.

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 XBee для роботи пристрою узгодження вихідних цифрових потоків. А також проведено тестування безпроводної мережі Wi-Fi для ефективного розміщення пристрою узгодження вихідних цифрових потоків.

Ключові слова: інтерфейс передачі даних, XBee, об’єднання потоків.

## ANNOTATION

Khrapa Volodymyr Petrovych. Methods and tools of digital flows interfacing of wireless medical devices. - Manuscript.

Master's Work, specializing 123 - Computer Engineering, Ivan Pul'uj Ternopil State Technical University, Faculty of Computer Information Systems and Program Engineering, Department of Computer Systems and Networks, a group CIm-61, Ternopil, 2019.

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.

Key words: data interface, XBee, merge streams.