

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

**ЛЕГКОБИТ ВАДИМ ВОЛОДИМИРОВИЧ**

УДК 004.77

**КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ  
ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛІВ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ  
INTERNET OF THINGS**

123 «Комп'ютерна інженерія»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня  
«магістр»

Тернопіль  
2018

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, проф., професор кафедри комп'ютерних систем та мереж  
**Паламар Михайло Іванович**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

**Рецензент:** доктор фіз.-мат. наук, проф., професор кафедри фізики  
**Дідух Леонід Дмитрович**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 28 грудня 2018 р. о 9<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії № 34 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.** Дослідження роботи серця людини – один з найважливіших напрямків сучасної медицини. Вивчення патологій, принцип їх виникнення та розробка методик лікування та профілактики серцевих захворювань – прямі задачі кардіології. Розв'язання цих задач неможливе без використання відповідного обладнання.

В останні роки питаннями розробки, впровадження та адаптації інформаційних комп'ютерних систем в кардіології займалися провідні сучасні фахівці: Кліфорда Г., Раджакопалана Ц., Моргано Е., Алонзо-Атензіа Ф., Сільва І. [5-9] Принципам тривалого моніторингу серцевої діяльності присвячені праці Холтера Н., Макарова Л.М., Аксельрод А.С. [10-15] Можливості створення телекомунікаційних медичних систем що мають можливість передачі даних в спеціалізовані медичні служби (станція швидкої допомоги, черговий лікар кардіологічного відділення, сімейний лікар і так далі), присвячені роботи Алдонова Г.М., Jovanov E., Fensli R. і інших авторів [16-20].

В ході наукових досліджень кардіологі прийшли до висновку, що для більш повного дослідження патологій необхідний цілодобовий контроль за станом пацієнта, оскільки іноді неможливо реально оцінити стан хворого при тривалому перебуванні у стані спокою, оскільки ознаки патології проявляються лише за певних обставин – наприклад при фізичному чи емоційному навантаженні, а також при лікуванні кардіологічних хвороб з метою уточнення доз лікарських препаратів. Особливо важливо знати, що стало причиною порушень роботи серця у даний момент, а не через кілька годин, – тоді оцінка обставин може бути суб'єктивною. Саме тому розробка системи, яка дала б змогу дистанційно здійснювати постійний моніторинг стану здоров'я пацієнта в режимі реального часу є актуальною задачею.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дипломної роботи є розробка апаратно-програмних засобів для побудови комп'ютерної системи дистанційного моніторингу електрокардіосигналів у режимі реального часу.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні завдання:

- здійснити огляд та аналіз методів та засобів передачі електрокардіосигналу по каналах зв'язку;
- проаналізувати методи, які можуть бути використані для аналого-цифрового перетворення, фільтрації та передачі електрокардіосигналів по каналах зв'язку;
- описати структуру комп'ютерної системи дистанційного моніторингу електрокардіосигналів;
- розробити схему електричну принципову блока моніторингу електрокардіосигналів;
- написати програмне забезпечення для розробленого пристрою;
- визначити економічну ефективність даної розробки.

**Об'єкт дослідження** – процес моніторингу електрокардіосигналів.

**Предмет дослідження** – схемотехнічні та програмно-алгоритмічні методи та засоби побудови систем моніторингу електрокардіосигналів.

**Методи дослідження.** Для розв'язання поставлених у дипломній роботі завдань використано наступні методи дослідження: теоретичної електротехніки, системного аналізу, синтезу, узагальнення, порівняння.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

1. Удосконалено процес моніторингу електрокардіосигналів завдяки використанню технології Internet of Things, що дозволить здійснювати дистанційний контроль стану здоров'я пацієнта в режимі реального часу.

2. Вперше розроблено структуру системи дистанційного моніторингу електрокардіосигналів з використанням технології Internet of Things, що дало змогу здійснити її апаратно-програмну реалізацію.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Впровадження розробленої системи моніторингу електрокардіосигналів на базі технології Internet of Things дозволить медичним закладам функціонувати ефективніше, завдяки здійсненню цілодобового контролю за станом здоров'я пацієнтів з серцево-судинними захворюваннями, що є особливо важливим під час догляду за хворими людьми, які потребують постійного нагляду, а також для наукових досліджень в області кардіології.

**Особистий внесок.** Основні результати, що містяться в дипломній роботі, одержані та сформульовані автором особисто. У працях, опублікованих у співавторстві, безпосередньо здобувачеві належить: [1] – розробка структурної схеми системи моніторингу електрокардіосигналів на базі технології Internet of Things; [2] – огляд та аналіз методів і засобів, які застосовуються для побудови систем моніторингу електрокардіосигналів.

**Апробація результатів дипломної роботи.** Основні результати досліджень, викладені в дипломній роботі, доповідались і обговорювались на XII Міжнародній студентській науково-технічній конференції ТНТУ імені Івана Пулюя "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання" (м. Тернопіль, 2019) та на XXVI міжнародній інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки" (м. Вінниця, 2019).

**Структура роботи.** Дипломна робота складається із вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг текстової частини – 109 сторінок, 8 таблиць, 33 рисунки, графічна частина – 10 аркушів формату А1.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано загальну характеристику роботи: стан розробки наукової проблеми, обґрунтовано актуальність теми дипломної роботи, сформульовано мету, завдання та методи, визначено, об'єкт і предмет дослідження, описано наукову новизну і практичну цінність отриманих результатів, наведено відомості про їх апробацію.

У **першому розділі** проведено огляд та аналіз методів та засобів передачі електрокардіосигналу по каналах зв'язку. Здійснено порівняльний аналіз сучасних розробок в області моніторингу електрокардіосигналів, а також визначено їх переваги і недоліки.

У **другому розділі** проаналізовані методи, які можуть бути використані для аналого-цифрового перетворення, фільтрації та передачі електрокардіосигналів по каналах зв'язку використовуючи технологію Internet of Things.

У **третьому розділі** описано процес розробки апаратно-програмних засобів моніторингу електрокардіосигналів на базі технології Internet of Things. Обґрунтовано структуру розроблюваної системи, розроблені алгоритми функціонування окремих програмних модулів блоку моніторингу та написано програмне забезпечення для мікроконтролера.

**Четвертий розділ** «Обґрунтування економічної ефективності» містить обчислення показників економічної ефективності від впровадження комп'ютерної системи моніторингу електрокардіосигналів на базі технології Internet of Things.

**П'ятий розділ** «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» містить опис заходів з охорони праці при розробці проекрованої системи, розглянуто питання стійкості роботи об'єктів господарської діяльності в умовах надзвичайного стану мирного часу. Описано вимоги до виробничого середовища з позицій БЖД.

**Шостий розділ** «Екологія» розкриває питання статистичного групування в екології. Розглянуто проблему радіоактивного забруднення довкілля та його моніторинг.

## **ВИСНОВКИ**

У дипломній роботі вирішено важливу науково-практичну задачу – розроблення та дослідження системи моніторингу електрокардіосигналів на базі технології Internet of Things.

1. Проведено огляд та аналіз методів та засобів передачі електрокардіосигналу по каналах зв'язку. Здійснено порівняльний аналіз сучасних розробок в області моніторингу електрокардіосигналів, а також визначено їх переваги і недоліки.

2. Проаналізовано методи, які можуть бути використані для аналого-цифрового перетворення, фільтрації та передачі електрокардіосигналів по каналах зв'язку використовуючи технологію Internet of Things.

3. Описано структуру комп'ютерної системи дистанційного моніторингу електрокардіосигналів на базі технології Internet of Things.

4. Запропоновано структурну схему та розроблено схему електричну принципову блока моніторингу електрокардіосигналів на базі 32-розрядного мікроконтролера AT91SAM7X512.

5. Розроблено алгоритми функціонування окремих програмних модулів блока моніторингу та написано програмне забезпечення для мікроконтролера.

6. Розраховано основні техніко-економічні показники економічної ефективності від впровадження системи моніторингу електрокардіосигналів на базі технології Internet of Things. В результаті аналізу техніко-економічних показників було виявлено, що даний проект є економічно вигідним і ефективність впровадження цієї розробки при буде мати високий рівень.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ:

1. Легкобит В. В. Система моніторингу електрокардіосигналів на базі технології Internet of Things / В. В. Легкобит, М. І. Паламар // Матеріали XII Міжнародної студентської науково-технічної конференції ТНТУ імені Івана Пулюя "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання", 25-26 квітня 2019 р. – Тернопіль: ТНТУ, 2019. – с.

2. Легкобит В. В. Комп'ютерна система моніторингу стану здоров'я людини з використанням технології Ethernet / В. В. Легкобит, М. І. Паламар // Збірник наукових матеріалів XXVI міжнародної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки", 21 січня 2019 р. – Вінниця: el-conf.com.ua, 2019. – с.

## АНОТАЦІЇ

**Легкобит В. В. Комп'ютерна система моніторингу електрокардіосигналів на базі технології Internet of Things.**

Дипломна робота на здобуття освітнього рівня магістр за спеціальністю 123 – «Комп'ютерна інженерія». Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018 р.

Дипломна робота присвячена питанню удосконалення процесу моніторингу електрокардіосигналів. Досліджено особливості, тенденції і перспективи розвитку методів і технічних засобів систем моніторингу електрокардіосигналів. У роботі запропоновано комп'ютерну систему дистанційного моніторингу електрокардіосигналів, яка базується на технології Internet of Things, використання якої дасть змогу здійснювати постійний моніторинг стану здоров'я пацієнта в режимі реального часу.

Здійснено проектування і розробку системи моніторингу електрокардіосигналів, зокрема, обґрунтовано



структуру системи і вимоги до апаратного забезпечення, розроблено схему електричну принципову, розроблені алгоритми функціонування окремих програмних модулів блоку моніторингу та написано програмне забезпечення.

**Ключові слова:** електрокардіосигнал, моніторинг, інтернет речей, мікроконтролер, мережа.

**Lehkobyt V. V. Computer system of electro cardio signals monitoring based on Internet of Things technology.**

Graduate work for obtaining master degree in speciality 123 – "Computer Engineering". Ternopil Ivan Pul'uj national technical university, Ternopil, 2018.

The thesis was devoted to the protocol of improvement of the monitoring process of electrocardiograms. Research features, tendencies and prospects of development of methods and technical means of system monitoring of electrocardiograms. The computer system of remote monitoring of electrocardiograms, which is used on Internet technologies, is proposed in this work, using this possibility to carry out continuous monitoring of the state of health in real time.

The method of obtaining information in the process of electrocardiogram monitoring is improved, which provides for a difference from the existing ones, which envisages the possibility of forecasting the state of a critical situation. The design and development of a monitoring system for electrocardiograms that carry out structural systems and hardware requirements, developed by the scheme of the electric principle, developed algorithms for the functioning of individual software units for monitoring and writing software.

**Key words:** electrocardiogram, monitoring, internet of things, microcontroller, network.