

**Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя**

Пляшовський Віталій Олександрович

УДК 61: 62-523.8

**МЕТОДИ КОДУВАННЯ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛІВ ДЛЯ ЗАДАЧІ
ПОБУДОВИ МЕДИЧНИХ ПОЛІАНАЛІЗАТОРІВ**

8.05090204 – Біотехнічні та медичні апарати та системи

Автореферат дипломної роботи магістра

Тернопіль – 2017

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Важливим в практиці медичного приладобудування є розроблення поліаналізаторних систем, призначених для постійного моніторингу біомедичних показників стану організму людини та його систем. Важливим при цьому є забезпечення одночасного відбору та паралельного опрацювання значної кількості біосигналів, зокрема електрокардіографічних, для можливості спостереження та попередження патологічних станів серцево-судинної системи.

Технічною проблемою при цьому є реалізація багатоканального відбору, попереднього опрацювання та передачі цих біосигналів і наступного їх опрацювання програмними засобами персонального комп'ютера. В практиці медичного приладобудування використовується два підходи до побудови поліаналізаторних систем. У першому випадку поліаналізаторні системи містять n незалежних каналів, кожен з яких включає вузли попереднього підсилення та фільтрування. Такий підхід характеризується громіздкістю та складністю технічної реалізації. В другому випадку застосовуються методи кодування вхідних сигналів, їх змішування, оцифрування отриманої суміші біосигналів та наступне розділення їх і опрацювання програмними засобами персонального комп'ютера. Важливим при цьому є обґрунтування способу кодування біосигналів перед їх змішуванням та розділення їх після оцифрування.

Перспективним при проектуванні поліаналізаторних систем є застосування методу кодування на основі мультиплексування попередньо відібраних та підсилених біосигналів, передача кодових пакетів по одному каналу, що комутує пристрій відбору та блок опрацювання сигналів із наступним програмним розділенням вхідних сигналів та опрацюванням їх.

При цьому актуальною науковою задачею є обґрунтування вибору способу кодування біосигналів з мінімальною втратою корисної інформації та мінімальним спотворенням кодованих біосигналів.

Мета і задачі дослідження. *Метою дослідження* є обґрунтування вибору способу кодування електрокардіосигналів для задачі побудови поліаналізаторних систем. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Провести огляд літературних джерел за тематикою досліджень, обґрунтувати актуальність роботи;

2. Провести аналіз стану проблеми побудови поліаналізаторних систем та аналіз способів організації їх структури. Сформулювати вимоги до способу відбору та кодування біосигналів, зокрема електрокардіосигналів;

3. Провести аналіз типів біосигналів, як засобів перенесення біомедичної інформації, аналіз параметрів різних типів біосигналів, зокрема електрокардіографічних, обґрунтувати вибір способу математичного опису ритмічних біосигналів та сформулювати вимоги до способу кодування їх в медичних поліаналізаторах;

4. Проаналізувати особливості кодування біосигналів та обґрунтувати вибір методу кодування електрокардіосигналів для задачі побудови медичних поліаналізаторів;

5. Провести експериментальну верифікацію методу кодування шляхом моделювання процесу кодування та декодування в середовищі Matlab та Multisim;

6. Провести оцінювання отриманих результатів.

Об'єкт дослідження: процес кодування електрокардіосигналів для задачі побудови медичних поліаналізаторів.

Предмет дослідження: методи кодування електрокардіосигналів.

Методи дослідження побудовано на базі теорії детермінованих та стаціонарних випадкових процесів. Для верифікації методу використано середовище Multisim.

Наукова новизна отриманих результатів. Застосовано для забезпечення одночасного відбору та кодування електрокардіосигналів метод мультиплексування з поділом часу, що дозволило спростити структуру медичних поліаналізаторів.

Апробація результатів дисертації. Окремі результати роботи заплановано апробувати на Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (м. Тернопіль, 2016 р.).

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 126 сторінках, списку використаних джерел з 35 назв на 4 сторінках, додатків на 10 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 135 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі шляхом аналізу та порівняння відомих методів побудови поліаналізаторних систем 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 роботи на конференціях і семінарах.

У першому розділі «Стан задачі побудови медичних поліаналізаторів» проаналізовано важливість застосування поліаналізаторів в медичних закладах, зокрема як засобів моніторингу за станом пацієнтів, особливо в палатах інтенсивної терапії та реанімаційних відділеннях. Встановлено, що підвищення якості надання медичної допомоги може відбуватися за рахунок збільшення обсягів одночасно оцінюваної інформації (обсягів статистичної вибірки) і кількості прийнятих до уваги параметрів (тестів). Це підтверджує актуальність технічної задачі розроблення поліаналізаторних систем.

Проведено аналіз способів організації структури сучасних медичних поліаналізаторних систем та встановлено, що від якості функціонування модуля кодування біосигналів залежить якість отриманих результатів та об'єктивність прийнятого діагностичного рішення.

Встановлено, що якість функціонування модуля кодування залежить від вибору способу кодування та декодування біосигналів.

У другому розділі «Відбір та попереднє опрацювання біосигналів в медичних поліаналізаторах» проведено аналіз природи біосигналів, як засобів перенесення відомостей про роботу органів та систем, що є джерелом цих біосигналів.

Проведено аналіз параметрів різних типів біосигналів, зокрема електрокардіографічних сигналів, ритмокардіографічних сигналів, фонокардіографічних сигналів, реокардіографічних сигналів тощо, та встановлено, що їм притаманна коливна природа, а зміни у фазово-часовій структурі часто є проявами патологічних станів.

Оскільки основою розроблення програмного забезпечення поліаналізаторних систем, яке реалізує функцію кодування та декодування електрокардіосигналів є математична модель таких біосигналів, проаналізовано способи математичного опису електрокардіосигналів та встановлено, що адекватною задачі діагностування патологічних станів математичною моделлю електрокардіосигналів є модель у вигляді періодично корельованого випадкового процесу.

Відповідно до проведеного математичного моделювання було сформульовано вимоги до методу кодування електрокардіосигналів.

У третьому розділі «Метод кодування електрокардіосигналів» проведено аналіз особливостей кодування біосигналів із використанням різних способів модуляції, зокрема амплітудної, кутової та імпульсної.

Для виявлення можливості відбору та змішування значної кількості електрокардіографічних сигналів і наступного їх розділення в блоці опрацювання поліаналізаторної системи розглянуто способи мультиплексування таких сигналів, зокрема метод частотного мультиплексування (Frequency Division Multiplexing, FDM) та метод мультиплексування з поділом часу (Time Division Multiplexing, TDM).

Обґрунтовано для реалізації методу кодування електрокардіографічних сигналів застосувати метод мультиплексування з поділом часу.

У четвертому розділі «Експериментальна верифікація методу кодування електрокардіосигналів» Проведено верифікацію обґрунтованого методу кодування електрокардіосигналів. Для цього проведено моделювання процесу кодування електрокардіосигналів в середовищі Matlab та системи кодування періодичних сигналів в середовищі Multisim. Як мультиплексор та демультіплексор використано спеціалізовані модулі ADG408BR, які використовуються в вузлах відбору та кодування електроенцефалографічних сигналів комплексу NeuroCom.

Проведено оцінювання отриманих результатів, та встановлено, що метод мультиплексування з поділом часу може бути використаний для кодування електрокардіосигналів в поліаналізаторних системах.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано метрологічне забезпечення медико-біологічних досліджень при роботі із поліаналізаторами та проведено обґрунтування вибору пакету Matlab як програмного забезпечення для розв'язання наукової задачі.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 56299,19 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюється

експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,657 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто безпеку людини при експлуатації поліаналізаторів для коректної та безпечної роботи при їх експлуатації. Встановлено порядок дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто питання актуальності охорони навколишнього середовища, основні джерела забруднення довкілля, що виникають у результаті виготовлення поліаналізаторів, а також заходи щодо зменшення забруднення довкілля.

У додатках наведено документацію на використані в процесі мультиплексування спеціалізовані мікросхеми та тексти програм, розроблені для оцінювання характеристик електрокардіосигналів в середовищі Matlab.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розв'язано актуальну наукову задачу обґрунтування методу кодування електрокардіосигналів для задачі побудови медичних поліаналізаторів.

При цьому отримано такі результати:

1. Проведено огляд літературних джерел за тематикою досліджень та обґрунтовано актуальність роботи;

2. Проаналізовано важливість застосування поліаналізаторів в медичних закладах, зокрема як засобів моніторингу за станом пацієнтів, особливо в палатах інтенсивної терапії та реанімаційних відділеннях. Проведено аналіз способів організації структури сучасних медичних поліаналізаторних систем та встановлено, що від якості функціонування модуля кодування біосигналів залежить якість отриманих результатів та об'єктивність прийнятого діагностичного рішення. Якість функціонування модуля кодування залежить від вибору способу кодування та декодування біосигналів.

2. Проведено аналіз параметрів різних типів біосигналів, зокрема електрокардіографічних, ритмокардіографічних, фонокардіографічних, реокардіографічних тощо, та встановлено, що їм притаманна коливна природа, а спонтанні зміни у фазово-часовій структурі часто є проявами патологічних станів. Оскільки основою розроблення програмного забезпечення поліаналізаторних систем, яке реалізує функцію кодування та декодування електрокардіосигналів є математична модель таких біосигналів, проаналізовано способи математичного опису електрокардіосигналів та встановлено, що адекватною задачі діагностування патологічних станів математичною моделлю електрокардіосигналів є модель у вигляді періодично корельованого випадкового процесу. Відповідно до проведеного математичного моделювання було сформульовано вимоги до методу кодування електрокардіосигналів.

3. Проведено аналіз особливостей кодування біосигналів із використанням різних способів модуляції, зокрема амплітудної, кутової та імпульсної. Для виявлення можливості відбору та змішування значної кількості електрокардіографічних сигналів і наступного їх розділення в блоці опрацювання поліаналізаторної системи розглянуто способи мультиплексування таких сигналів, зокрема метод частотного мультиплексування (Frequency Division Multiplexing, FDM) та метод мультиплексування з поділом часу (Time Division Multiplexing, TDM). Обґрунтовано для реалізації методу кодування електрокардіографічних сигналів застосувати метод мультиплексування з поділом часу.

4. Проведено верифікацію обґрунтованого методу кодування електрокардіосигналів. Для цього проведено моделювання процесу кодування електрокардіосигналів в середовищі Matlab та моделювання системи кодування періодичних сигналів в середовищі Multisim. Як мультиплексор та демультіплексор використано спеціалізовані модулі ADG408BR.

5. Проведено оцінювання отриманих результатів, та встановлено, що метод мультиплексування з поділом часу може бути використаний для кодування електрокардіосигналів в поліаналізаторних системах.

ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ

1. Пляшовський В. Застосування технології TDM в області медичного приладобудування / В.Пляшовський // Матеріали ІХ Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 20-21 квітня 2016 року — Т. : ТНТУ, 2016 — Том 1. — С. 230. — (Секція: Радіоелектронні біотехнічні системи)

АНОТАЦІЯ

Пляшовський В.О. Методи кодування електрокардіосигналів для задачі побудови медичних поліаналізаторів. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 8.05090204. – біотехнічні та медичні апарати та системи, Тернопільський національний технічний університети імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2017.

Дипломну роботу магістра присвячено питанням розроблення методу кодування електрокардіосигналів для задачі побудови медичних поліаналізаторів. Останні призначені для одночасного відбору та паралельного опрацювання певної кількості біосигналів. З метою спрощення структури та покращення характеристик блоків попереднього відбору та опрацювання біосигналів пропонується провести їх змішування та кодування з наступним оцифруванням цієї суміші і розділенням її на окремі сигнали в блоці опрацювання. Для цього використано метод мультиплексування з часовим ущільненням. Моделювання системи кодування та розділення сигналів з використанням запропонованого методу реалізовано в середовищі Matlab та Multisim.

Ключові слова: електрокардіосигнал, поліаналізатор, мультиплексування, часове ущільнення.

SUMMARY

Plyashovskyi V.A. The methods of electrocardiosignal encoding for the task of medical polyanalysers constructing. - Manuscript.

Master's thesis, specializing 8.05090204. – Biomedical and technical apparatus and systems, Ivan Pul'uj Ternopil State Technical University, Ternopil, 2017.

Master's thesis is devoted to the questions of electrocardiosignals coding method development for the task of medical polyanalysers constructing. Last are designed for the simultaneously selection and parallel processing of a number of biosignals. In order to simplify the structure and improve performance of biosignals selection and processing blocks, the mixing and encoding of such signals is proposed, followed by digitization of the mixture and its division into separate signals processing unit. To this end, the method of time-division multiplexing is used. Modeling coding system and the separation of signals using the proposed method is implemented in an environment of Matlab and Multisim.

Keywords: electrocardiosignal, polianalizator, multiplexing, temporal compression.