

Розроблення системи реєстрації частоти серцевих скорочень

Д.т.н., проф. З. Готра, д.т.н., проф. О. Кожухар, к.т.н. Г. Барило, к.т.н. М. Івах, ст. М. Полухович

Національний університет «Львівська політехніка»

Abstract: The work is devoted to developing a system of registration of heart rate based on the module ZigBee that allow monitoring of these indicators the process of training a group of people.

Keywords: heart rate sensor, registration system, wireless data.

Вступ. На сьогоднішній час значна частина серцево-судинних захворювань серед населення спричинена малорухливим способом життя. Будь-яке фізичне навантаження прискорює діяльність серця, а больові подразники і емоції також можуть змінити ритм роботи серця та знизити його працездатність. Під час серцевих скорочень відбувається синхронне періодичне розширення кровеносних судин, видиме оком і визначуване на дотик. Це дає можливість контролювати показники серцево-судинної системи під час тренувань або реабілітації групи людей, зокрема частоти серцевих скорочень (ЧСС) для уникнення шкідливого впливу на здоров'я [1].

Постановка задачі. Вимірювання ЧСС здійснюється з допомогою медичних приладів побудованих з використанням аналогових або цифрових сенсорів [2, 3].

Недоліками таких пристроїв є: використання провідних з'єднань для передавання інформаційних сигналів від сенсора до блоку керування, необхідність використання допоміжних засобів відображення інформації, відсутність надання рекомендацій при зміні показників ЧСС за межі норми, для оперативної зміни навантаження індивідуально кожному учаснику групи під час тренування.

Розв'язання поставленої задачі. На даний час широкого використання набувають нові безпроводні системи обміну інформації. Поряд з існуючими стандартами Wi-Fi та Bluetooth значна увага приділяється новому стандарту ZigBee, протокол якого має все необхідне для швидкої побудови радіомереж. ZigBee – це нова технологія побудови безпроводних мереж передачі даних, у сімействі IEEE 802.15 Low Rate Wireless Personal Area Network (LR-WPAN – бездротові персональні обчислювальні мережі).

Об'єднані у безпроводну мережу сенсори такої системи можуть відстежувати параметри навколишнього середовища або фізіологічні показники людини. Більшість пристроїв ZigBee працюють за наступним алгоритмом: пристрій знаходиться в «сплячому» стані практично весь час, забезпечуючи оптимальний режим енергозбереження. При надходженні нової інформації, або під час чергового сеансу зв'язку, пристрій активізується, швидко передає дані і знову переходить в режим зниженого енергоспоживання. Типові тимчасові затримки при цьому складають 30 мс для підключення нового пристрою до мережі,

15 мс для переходу з «сплячого» в активний стан, 15 мс для доступу до каналу. Так вдається забезпечити термін служби батарей до 10 років і більше, залежно від типу програми і тривалості робочого циклу, причому струм при передачі може складати близько 15 ... 30 мА, а в «сплячому» режимі – менше 2 мкА. Затримки по відгуку настільки малі, що інформація від первинного сенсора до пристрою управління надходить миттєво, в той час як затримки при підключенні пристроїв до мережі Bluetooth становлять до трьох секунд. Остання версія набору протоколів ZigBee PRO забезпечує фрагментацію довгих повідомлень, можливість взаємодії з іншими протоколами і системами, можливість швидкої маневреної перебудови частоти та автоматичне керування адресним простором. Крім того поліпшена масштабованість протоколу обміну, посилена його стійкість при роботі у великих мережах. Протокол являє собою невимогливе до ресурсів і недороге рішення для забезпечення повної функціональної сумісності між пристроями, не пред'являє надмірних вимог до мікроконтролера, на якому працює стек протоколів, але при цьому передбачає можливість розширення функціональності в майбутньому. Серед інших особливостей системи можна відзначити підтримку захищених транзакцій, механізм енергозбереження та розвинений механізм швидкої перебудови частоти (для забезпечення надійної сумісності з іншим обладнанням). Крім того наявні цифрові та аналогові порти вводу/виводу дозволяють під'єднувати до мікроконтролера різні типи первинних перетворювачів, що особливо актуально в процесі створення сенсорної мережі [4].

Використання цієї технології в медицині дає можливість реалізувати інтелектуальну високоефективну систему реєстрації параметрів зміни ЧСС проводити оперативний контроль з виявленням критичних параметрів. Структурна схема системи реєстрації частоти серцевих скорочень представлена на рис.1.

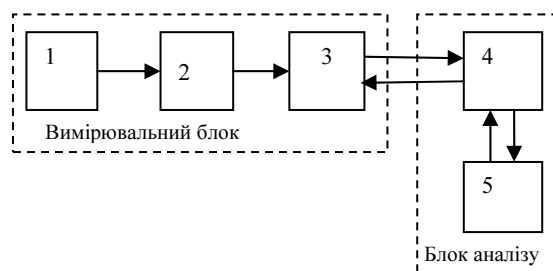
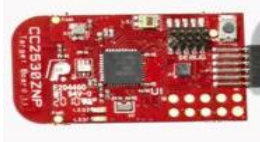


Рис.1. Структурна схема системи реєстрації частоти серцевих скорочень: 1 – сенсор пульсу, 2 – підсилювач, 3 – модуль ZigBee (сенсорний модуль), 4 – модуль ZigBee (інтерфейсний модуль), 5 – персональний комп'ютер.

Система складається з сенсора пульсу HLC19-95-002, підсилювача сигналу, модуля ZigBee CC2530 (Texas Instrument) [5] побудованого на основі мікроконтролера (51 ядро) та персонального комп'ютера (ПК). Зовнішній вигляд модулів ZigBee CC2530 представлено на рис.2.



а) інтерфейсний модуль



а) сенсорний модуль

Рис 2. Зовнішній вигляд модулів ZigBee CC2530.

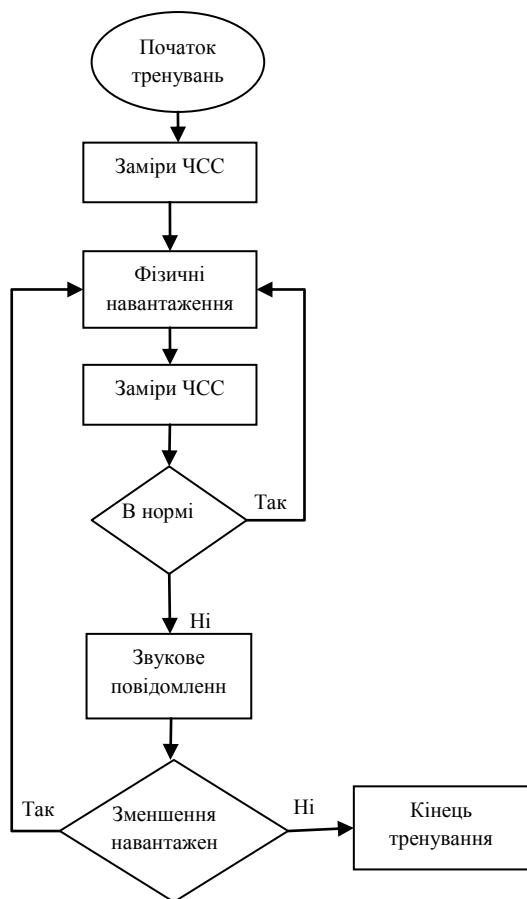


Рис.3. Алгоритм роботи системи реєстрації частоти серцевих скорочень.

Інформаційний сигнал ЧСС реєструється з допомогою сенсора пульсу і після попереднього підсилення, надходить на аналоговий вхід мікроконтролера вимірювального блоку. Вбудоване програмне забезпечення мікроконтролера дозволяє здійснити аналогово-цифрове перетворення та попередню обробку вхідного сигналу. У відповідності до вибраного алгоритму передачі даних мікроконтролер із встановленою періодичністю здійснює пакетну

передачу інформації. З допомогою інтерфейсного модуля здійснюється приймання та подальше передавання отриманої інформації на ПК через порт USB. Отримані дані використовуються для неперервного контролю за ЧСС і у випадку перевищення допустимих значення формується звуковий сигнал та відповідне діагностичне повідомлення на екрані дисплея. Крім того, всі отримані результати зберігаються у відповідній базі даних і можуть використовуватись для дослідження динаміки зміни фізіологічного стану людини індивідуально або всієї групи. Тим самим передбачається можливість підбирати типи та величини фізичних навантажень в процесі тренувань, також оперативно корегувати перебіг процесу. Алгоритм контролю за ЧСС представлений на рис.3.

Переваги запропонованої системи полягають у зручності використання, безпроводній передачі даних, можливості постійного контролю за ЧСС групи людей під час тренувань, індивідуальний підхід при виборі навантажень, можливість створення бази даних. Особливістю використання такої мережі є можливість обміну інформації через один інтерфейсний модуль з великою кількістю досліджуваних (на фізичному рівні один модуль дозволяє адресувати до 65536 пристроїв).

Висновки. Показано можливість використання безпроводної сенсорної мережі для контролю за частотою серцевих скорочень під час фізичних навантажень в процесі тренувань. Розроблено структурну схему системи реєстрації ЧСС та запропоновано алгоритм обробки вхідної інформації, який дозволяє проводити оперативний контроль із реєстрацією критичних параметрів в процесі тренувань. Використання модулів ZigBee CC2530 (TI) дозволило створити заводостійку, енергоощадливу мережу передачі інформації, в якій відсутні будь-які дротові під'єднання до досліджуваної людини чи спортсмена. Запропонована система дозволяє проводити контроль ЧСС кожного з учасників групи з допомогою лише одного інтерфейсного модулю.

[1]. Реакція показників серцево-судинної системи студенток на фізичні навантаження / О. Кунинець, А. Магльований, О. Іваночко, О. Дзвіненко // Молода спортивна наука України. – 2013. – Т.2. – С.128-133.

[2]. Апаратно-програмний комплекс реєстрації та відображення пульсової хвилі / Т.М. Нікітчук // Вісник Чернівецького державного технічного університету. – 2013. – № 1. – С. 30-34.

[3]. Застосування цифрового оптоелектронного сенсора для вимірювання пульсу в системі кровообігу людини / В.С. Мосійчук, О.Б. арпан // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»Серія Машинобудування. – 2009. – №57. – С.111-115.

[4]. Краткий теоретический курс по технологии беспроводных сетей ZigBee, а также демонстрационный открытый проект радиомодуля на базе ZigBee: электронные ресурсы. Режим доступа: [p://li.i.ua/exe.php?s=](http://li.i.ua/exe.php?s=)

[5]. Zin Thein Kyaw, Chris Sen. Using the CC2530 and TIMAC for low-power wireless sensor applications: A powerconsumption study//Analog Applications Journal, Texas Instruments, 2Q 2008 - P. 17-19.