УДК 621.395:004

О.І. ДОРОШ, О.Ю. СТЕПАНЮК
Національний університет «Києво-Могилянська Академія»
Г.Л. КУЧМІЙ
Національний університет «Львівська політехніка»
Н.В. ДОРОШ, М.В. КОЦАРЕНКО
Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького

ФУНКЦІОНАЛЬНІ МОЖЛИВОСТІ ЗАСОБІВ МОБІЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ, ТРИВАЛОГО КОНТРОЛЮ ТА АНАЛІЗУ БІОМЕДИЧНИХ ДАНИХ

В роботі розглянуто сучасний стан розробки та застосування медичних гаджетів та мобільних додатків різного типу для спостереження за станом здоров'я людини. Показано, що за їх допомогою можна контролювати фізичну активність, кількість та якість сну, встановлювати місцезнаходження людини, вибирати режим харчування та розраховувати кількість спалених калорій та ін., а за допомогою мобільних додатків результати вимірювання можуть відображатися у числовому та графічному вигляді на екрані смартфону. Кількість пропонованих на ринку медичних гаджетів та мобільних додатків стрімко зростає, розширяються також їх функціональні можливості. Представлено особливості застосування медичних гаджетів та відповідних мобільних додатків для вимірювання та аналізу фізіологічних показників, що характеризують стан серцево-судинної системи людини. Приведено порівняльну оцінку функціональних можливостей та результатів вимірювання частоти серцевих скорочень та артеріального тиску за допомогою мобільних медичних засобів MioFuse+MioGo та CK11s+FitCloud. Встановлено, що для фітнес-браслету CK11s не передбачено опції доступу до внутрішній пам'яті гаджету або до бази даних смартфону для організації передачі даних на сервер, що є суттєвим обмеженням для подальшої аналітичної роботи з даними вимірювань. Додаток MioGo дозволяє здійснити передачу даних вимірювання з фітнес-браслету MioFuse у пам'ять смартфону та за допомогою вбудованої функції Extract Workout Data передати їх на серверну частину комп'ютерної системи. При розробці багатофункціональних мобільних вимірювальних систем з цифровою обробкою отриманих даних слід враховувати особливості функціональних можливостей та застосування медичних гаджетів, що обираються для вимірювання фізіологічних показників та відповідних мобільних додатків для проведення професійного аналізу отриманих даних з використанням сучасних методів доказової медицини.

Ключові слова: медичні гаджети, мобільні додатки, вимірювання , аналіз.

O.I. DOROSH, O.Y. CTEPANJUK
National University of Kyiv-Mohyla Academy
G.L. KUCHMIY
Lviv Polytechnic National University
N.V. DOROSH, M.V. KOTCARENKO
Danylo Halytsky Lviv National Medical University

FUNCTIONAL CAPABILITIES OF MOBILE ELECTRONICS DEVICES FOR MEASURING, CONTINUED MONITORING AND ANALYSIS OF BIOMEDICAL DATA

The paper considers the current state of development and application of the different type medical gadgets and mobile applications for the health monitoring. It is shown that using this devices you can control physical activity, quantity and quality of sleep, locate a person, choose a diet and calculate the number of calories burned, etc., and with the help of mobile applications, the measurement results can be displayed numerically and graphically on the smartphone screen. The number of medical gadgets and mobile applications offered on the market is growing rapidly and their functionality is expanding. The features of the use of medical gadgets and mobile applications for measuring and analyzing physiological indicators that characterizing the state of the human cardiovascular system are presented. The comparative estimation of functionality and results of measurement of heart rate and blood pressure using mobile medical devices MioFuse + MioGo and CK11s + FitCloud are presented. It has been established that for the CK11s Fitness Bracelet, there are no options for accessing the internal memory of a gadget or a smartphone database for organizing data transfer to the server, which is a significant limitation for further analytical work with measurement data. The MioGo application allows you to transmit measurement data from the MioFuse Fitness Bracelet to a smartphone and use the built-in Extract Workout Data function to transfer data to the server part of the computer system. When designing multifunctional mobile measurement systems with digital processing of the received data, account should be taken of the features of functional capabilities and the use of medical gadgets chosen to measure physiological parameters and relevant mobile applications for professional analysis of the data obtained using modern methods of evidence-based medicine.

Keywords: medical gadgets, mobile applications, measurement, analysis.

На даний час медичні гаджети та відповідні мобільні health-додатки для вимірювання та контролю біомедичних показників активно використовуються споживачами у повсякденному житті. Як правило за їх допомогою можна контролювати фізичну активність, кількість та якість сну, вибирати режим харчування та розраховувати кількість спалених калорій та ін. Одним з важливих пріоритетів при розробці таких гаджетів є забезпечення функціональної можливості вимірювання показників, що характеризують стан серцево-судинної системи, таких як частота серцевих скорочень, параметри артеріального тиску та рівень насичення крові киснем. Кількість пропонованих на ринку медичних гаджетів та мобільних додатків стрімко зростає, розширяються також їх функціональні можливості. Результати вимірювання даних зберігаються у пам'яті приладів та за допомогою мобільних додатків можуть відображатися у числовому та графічному вигляді на

екрані смартфону [1–3]. На рис. 1–4 представлено приклади відображення результатів вимірювання пульсу та артеріального тиску за допомогою медичних гаджетів MioFuse, який працює з мобільним додатком MioGO (рис.1), фітнес-браслету Mi Band 2 з використанням офіційного додатку Mi Fit (рис. 2) та (додатково) з застосуванням стороннього програмного забезпечення Mi Band Tools (рис. 3), а також медичного фітнес-браслету *CK11s* та мобільного додатку FitCloud (рис. 4).

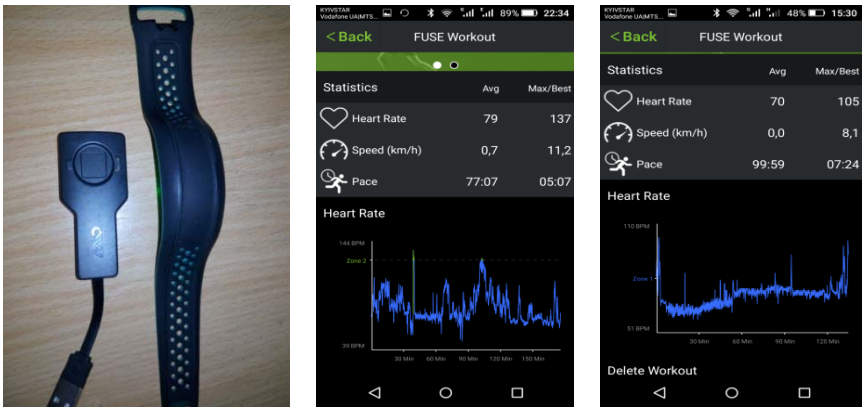

Рис. 1. Медичний гаджет MioFuse та результати вимірювання частоти серцевих скорочень у режимі фізичної активності та під час сну на екрані смартфону у графічному вигляді

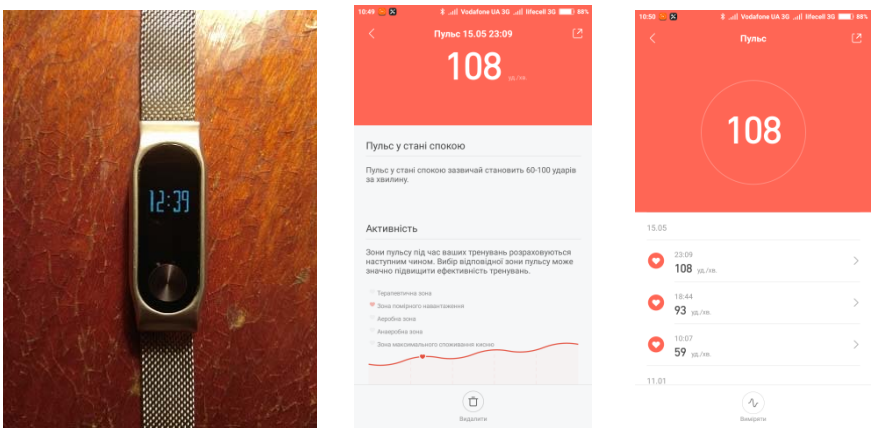

Рис. 2. Фітнес-браслет Mi Band 2 та відображення результатів вимірювання частоти серцевих скорочень у режимі фізичної активності на екрані смартфону у графічному вигляді

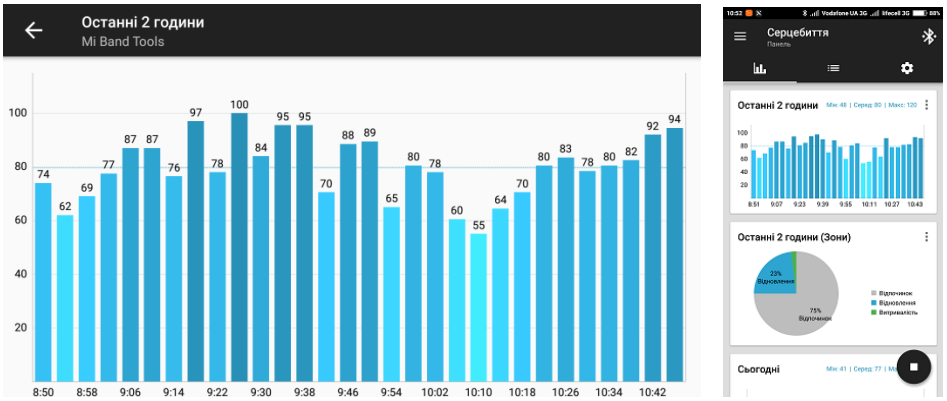

Рис. 3. Фітнес-браслет Mi Band 2 та результати вимірювання частоти серцевих скорочень у звичайному режимі фізичної активності при вимірюванні з кроком 2 хвилини на екрані смартфону у вигляді діаграми за допомогою програми Mi Band Tools

Як правило, функціональні можливості більшості медичних гаджетів орієнтовані на вимірювання окремих фізіологічних показників, що характеризують стан здоров'я людини, наприклад, пульсу або артеріального тиску, рівня цукру крові, провідності шкіри та ін. , а також дозволяють визначати кількість пройдених кроків, спалених калорій, рівень фізичної активності та якість сну. Останнім часом на ринку мобільної електроніки з'явились мобільні додатки для комплексного оцінювання фізіологічних показників організму. Наприклад, додаток iCare monitor пропонує перевірити зір, слух, артеріальний тиск, частоту серцевих скорочень, швидкість дихання, насичення крові киснем, а також виконати ряд психологічних тестів для визначення рівня стресу. Однак, така швидка перевірка виявилась недостатньо точною. Більш надійні результати ми отримали за допомогою медичного гаджету CK11s, який працює з мобільним додатком

FitCloud і дозволяє вимірювати та контролювати артеріальний тиск, пульс, рівень кисню крові та ін. показники протягом тривалого часу.

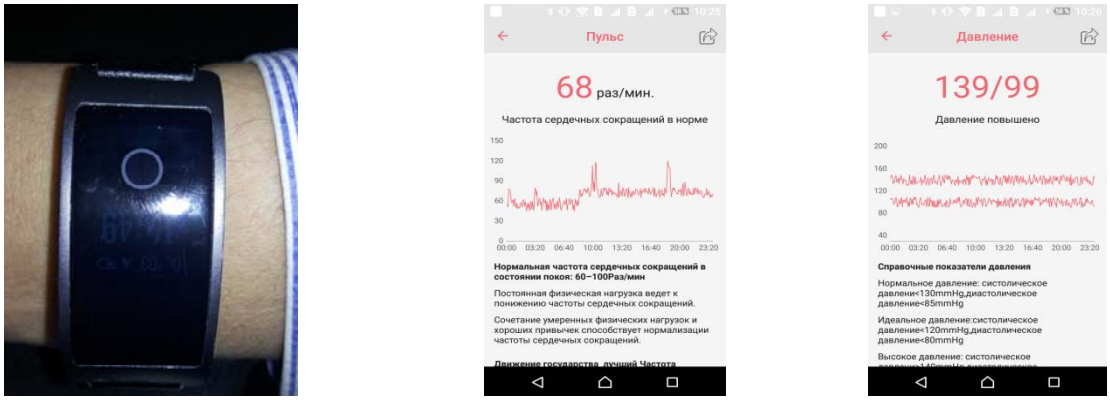

Рис. 4. Медичний гаджет CK11s та відображення результатів вимірювання пульсу та артеріального тиску у числовому та графічному вигляді на екрані смартфону

Актуальною задачею стає подальше опрацювання отриманих даних з метою проведення їх професійного аналізу з використанням сучасних методів доказової медицини. Проблемним питанням є можливість передачі масиву отриманих даних з гаджету на серверну частину комп'ютерної системи для подальшого аналізу. Нам не відома універсальна програма, яка дозволяє зчитувати дані вимірювань з любого типу медичних гаджетів. Наприклад, медичний гаджет CK11s дозволяє подивиться результати вимірювання пульсу та артеріального тиску у числовому вигляді на дисплеї гаджету або за допомогою мобільного додатку Fit Cloud отримати у числовому та графічному вигляді на екрані смартфону. Функції доступу до внутрішній пам'яті гаджету або до бази даних смартфону для передачі даних на сервер не передбачено, що є суттєвим недоліком для роботи з даними вимірювань.

Додаток MioGo дозволяє здійснити передачу даних вимірювання на серверний комп'ютер за допомогою вбудованої функції Extract Workout Data. Вимірювання параметрів відбувається у режимі HOLD-GO-FIND-PULSE, а для передачі даних вимірювання з медичного гаджету MioFuse потрібно синхронізувати (опція SINC) його роботу з додатком MioGo, записати результати вимірювань (Fuse Workout) у пам'ять смартфону та за допомогою опції Extract Workout Data передати отримані дані на серверну частину системи та відкрити, наприклад, у середовищі електронних таблиць для подальшого опрацювання . На рис. 5 показано екран смартфону у режимі передачі даних за допомогою вбудованої опції Extract Workout Data та вікно електронної таблиці, де у другій колонці відображаються результати вимірювання частоти серцевих скорочень, а в останній – результати розрахунку тривалості кардіоінтервалів $T_{R\text{-}R}$. У вікні електронної таблиці також відображається інформація про дату і час вимірювання, тип медичного гаджету та марка смартфону.

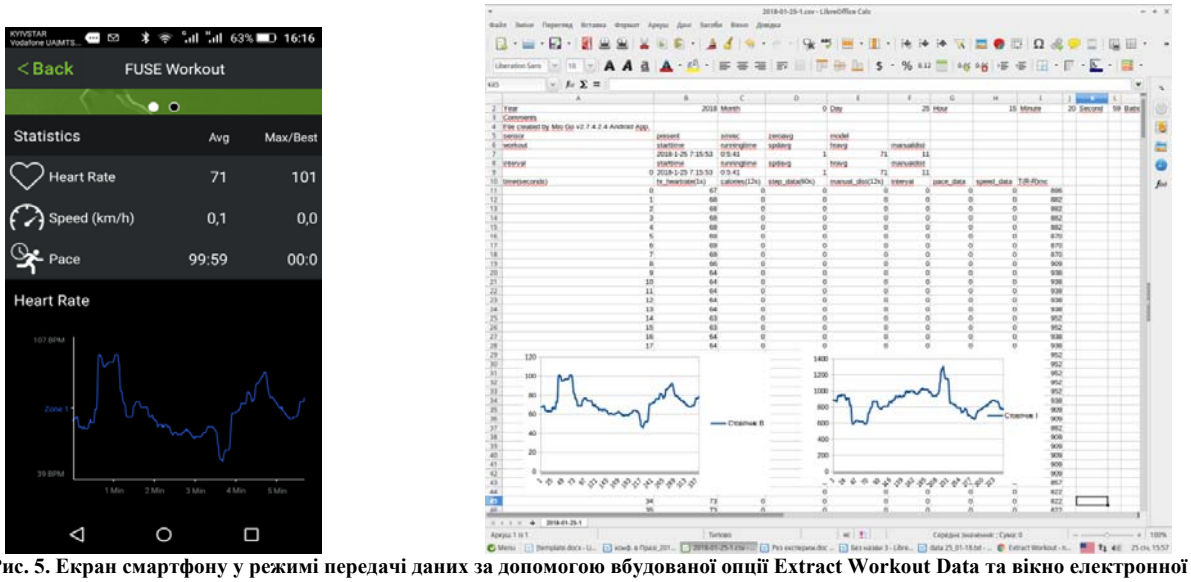

Рис. 5. Екран смартфону у режимі передачі даних за допомогою вбудованої опції Extract Workout Data та вікно електронної таблиці з масивом даних вимірювання Heart Rate та результатами розрахунку кардіоінтервалів

Масив даних вимірювання та результати проміжних розрахунків можна записати у текстові у файли, і, наприклад, передати для аналізу варіабельності серцевого ритму (HRV) за допомогою спеціальної програми Project 1, а також проведення комплексного спектрального аналізу у різних

ортогональних базисах [1, 3].

При розробці багатофункціональних мобільних вимірювальних систем з цифровою обробкою отриманих даних слід враховувати особливості функціональних можливостей та застосування медичних гаджетів, що вибираються для вимірювання фізіологічних показників та відповідних мобільних додатків для рішення конкретних практичних задач.

Література

1. M-health technology for personalized medicine / [N. V. Dorosh, O. V. Boyko, K. I. Ilcanich] // Development and modernization of medical science and practice: experience of Poland and prospects of Ukraine: Collective monograph / [N. V. Dorosh, O. V. Boyko, K. I. Ilkanich]. – Lublin, Poland : Izdevnieciba" Baltija Publishing", 2017. – S. 66–85.

2. Мінцер О. П. Особливості діагностики стану здоров'я пацієнта з позиції мобільної медицини : постановка проблеми / О. П. Мінцер, Я. О. Шевченко // Медична інформатика та інженерія. – 2016. – № 4. – С. 31–36.

3. Multifunctional mobile information system with feedback for analysis of human health and improved access to medical services / [O. Boyko, N. Dorosh, K. Ilkanych]. // Proceedings of 2nd InternationalConference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT'2017). 4-7.07.2017. Lviv. – 2017. – P. 278–281.

Reference

1. M-health technology for personalized medicine / [N. V. Dorosh, O. V. Boyko, K. I. Ilcanich] // Development and modernization of medical science and practice: experience of Poland and prospects of Ukraine: Collective monograph / [N. V. Dorosh, O. V. Boyko, K. I. Ilkanich]. – Lublin, Poland : Izdevnieciba" Baltija Publishing", 2017. – S. 66–85.

2. Mincer, O. P. Osobly`vosti diagnosty`ky` stanu zdorov'ya paciyenta z pozy`ciyi mobil`noyi medy`cy`ny`. Postanovka problemy` [Tekst] / O. P. Mincer, Ya. O. Shevchenko // Medy`chna informaty`ka ta inzheneriya. - 2016, - № 4 – S. 31-36.

3. Multifunctional mobile information system with feedback for analysis of human health and improved access to medical services / [O. Boyko, N. Dorosh, K. Ilkanych]. // Proceedings of 2nd InternationalConference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT'2017). 4-7.07.2017. Lviv. – 2017. – P. 278–281.

Рецензія/Peer review : 14.05.2018 р. Надрукована/Printed :04.07.2018 р.
Рецензент: д.т.н., проф. Стахіра П.Й.