



DOI: 10.6084/m9.figshare.13299020

LCC - № RA411-415

## УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ФІТНЕС - БРАСЛЕТА

Фадій Олексій Сергійович <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка

**Corresponding author:** Фадій Олексію Сергійовичу, здобувач вищої освіти, fadiy@gmail.com

**Abstract.** The relevance of the topic is due to the widespread introduction of automatic health monitoring devices, including fitness bracelets. This simplifies the control of the body not only in sports but also in everyday life, which is especially important for sick people with cardiovascular disease.

Cardiovascular disease (CVD) is a group of diseases of the heart and blood vessels, which includes the following: hypertension (high blood pressure), coronary heart disease (heart attack), cerebrovascular disorders (stroke), peripheral vascular disease, heart failure, rheumatic heart disease, congenital heart disease, cardiomyopathy. CVD is the leading cause of death worldwide, more people die each year from CVD than from any other disease. 1. An estimated 17.5 million people died of CVD in 2012, accounting for 31% of all deaths worldwide. Of these, 7.4 million died of coronary heart disease and 6.7 million died of stroke. 2. A large diseases are registered in low- and middle-income countries: they account for more than 80% of

**Анотація.** Актуальність теми пояснюється широким впровадженням пристроїв автоматичного контролю стану здоров'я, зокрема фітнес – браслети. Це спрощує контроль роботи організму не тільки в спорті, а й повсякденному житті людини, що особливо важливо для хворих людей серцево – судинними захворюваннями.

Серцево-судинні захворювання (ССЗ) це група захворювань серця і кровоносних судин, в яку входять наступні: гіпертонія (високий кров'яний тиск), ішемічна хвороба серця (інфаркт), порушення мозкового кровообігу (інсульт), захворювання периферичних судин, серцева недостатність, ревматичні захворювання серця, вроджені вади серця, кардіоміопатії. ССЗ є основною причиною смерті в усьому світі щорічно від ССЗ помирає більше людей, ніж від будь-якої іншої хвороби. 1. За оцінками, в 2012 році від ССЗ померло 17,5 мільйона чоловік, що склало 31% всіх. In 2030,

about 23.6 million people will die from CVD, mainly from heart disease and stroke. These diseases are projected to remain the leading causes of death. Cardiovascular disease (CVD) is called the epidemic of the twentieth century. Yes, now more than a billion people in the world suffer from hypertension. High blood pressure is one of the risk factors for cardiovascular complications. Hypertension is a condition in which a person has high blood pressure. Blood vessels are carried from the heart to all other parts of the body. With each contraction, the heart pumps blood into the vessels.

випадків смерті в світі. З цього числа 7,4 3. мільйона чоловік померли від ішемічної хвороби серця і 6,7 мільйона чоловік в результаті інсульту. 2. Велика пропорція захворювань реєструється в країнах з низьким і середнім рівнем доходу: на них припадає понад 80% випадків смерті від ССЗ, розподілених майже рівномірно між чоловіками і жінками. 3. У 2030 році від ССЗ, в основному від хвороб серця та інсульту, помре близько 23,6 мільйона осіб. За прогнозами, ці хвороби залишаться основними окремими причинами смерті. Серцево-судинні захворювання (ССЗ) називають епідемією XX століття. Так, зараз в світі на артеріальну гіпертензію страждає понад мільярд людей. Підвищений артеріальний тиск один з факторів ризику розвитку серцево-судинних ускладнень. Артеріальна гіпертонія стан, при якому у людини реєструється підвищений тиск. По судинах кров переноситься з серця до всіх інших частин тіла. З кожним скороченням серце закачує кров в судини.

**Keywords:** фітнес-браслет, приладоконструювання, ССЗ

**Section:** Biosignal Processing

**Introduction.** Актуальність теми пояснюється широким впровадженням пристроїв автоматичного контролю стану здоров'я, зокрема фітнес – браслети. Це спрощує контроль роботи організму не тільки в спорті, а й повсякденному житті людини, що особливо важливо для хворих людей серцево – судинними захворюваннями.

Серцево-судинні захворювання (ССЗ) це група захворювань серця і кровоносних судин, в яку входять наступні: гіпертонія (високий кров'яний тиск), ішемічна хвороба серця

(інфаркт), порушення мозкового кровообігу (інсульт), захворювання периферичних судин, серцева недостатність, ревматичні захворювання серця, вроджені вади серця, кардіоміопатії. ССЗ є основною причиною смерті в усьому світі щорічно від ССЗ помирає більше людей, ніж від будь-якої іншої хвороби. 1. За оцінками, в 2012 році від ССЗ померло 17,5 мільйона чоловік, що склало 31% всіх випадків смерті в світі. З цього числа 7,4 мільйона чоловік померли від ішемічної хвороби серця і 6,7 мільйона чоловік в результаті інсульту. 2. Велика пропорція захворювань реєструється в країнах з низьким і середнім рівнем доходу: на них припадає понад 80% випадків смерті від ССЗ, розподілених майже рівномірно між чоловіками і жінками. 3. У 2030 році від ССЗ, в основному від хвороб серця та інсульту, помре близько 23,6 мільйона осіб. За прогнозами, ці хвороби залишаться основними окремими причинами смерті [1]. Серцево-судинні захворювання (ССЗ) називають епідемією ХХ століття. Так, зараз в світі на артеріальну гіпертензію страждає понад мільярд людей. Підвищений артеріальний тиск один з факторів ризику розвитку серцево-судинних ускладнень. Артеріальна гіпертонія стан, при якому у людини реєструється підвищений тиск. По судинах кров переноситься з серця до всіх інших частин тіла. З кожним скороченням серце закачує кров в судини. Кров'яний тиск створюється силою закачуваної серцем крові, яке впливає на стінки кровоносних судин (артерій). Чим вище тиск, тим важче серцю закачувати кров [2].

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я проблеми з серцево-судинною системою - є однією з головних причин смертності [1]. Зараз є можливість самостійно стежити за своїм здоров'ям допомогою засобів персональної діагностики будь-якому місці без особливих зусиль. Наприклад, контролювати свій тиск за допомогою тонометра, стежити за рівнем цукру в крові за допомогою глюкометра, стежити за значенням пульсу-це корисно при заняттях спортом, щоб враховувати кількість фізичних навантажень і т.д. Лікаря необхідно знати про те, як функціонує серцево-судинна система людини для виявлення порушень. Дуже мало фахівців здатні за словами пацієнта поставити діагноз про роботу серця, для цього необхідно розшифрувати сигнали ЕКГ, пульсової хвилі, які несуть важливу інформацію про ССЗ. Необхідно переносні пристрій малих габаритів для реєстрації декількох сигналів одночасно з можливістю передачі інформації через Bluetooth-інтерфейс на персональний комп'ютер з подальшою обробкою сигналів і постановкою діагнозу лікарем. Звертає на себе фітнес –браслет, як компактний, необтяжуючий пристрій, результати якого хворий може самостійно спостерігати. При синхронізації його показників з показником роботи серця у вигляді кардіограми можна відстежувати роботу серцево – судинної системи.

**Objective.** Метою даної роботи є удосконалення пристрою фітнес – браслету шляхом розробки макету апарату для синхронної реєстрації пульсової хвилі і ЕКГ.

При цьому вирішували наступні завдання.

1. Аналіз будови фітнес – браслету та пристроїв ЕКГ. Вибір і обґрунтування реєстрованих сигналів. Огляд приладів на ринку для реєстрації цих сигналів.
2. Розробка структурної схеми, обґрунтування елементної бази;
3. Розробка принципової схеми і друкованої плати пристрої.

**Materials and methods.** З аналізу літератури визначено, що фітнес –браслети є двох типів. Перший вимірює частоту серцевих скорочень, а других крім того ще артеріальний тиск. В основному браслети використовують спортсмени та молодь. Наявність таких пристроїв може викликати інтерес у людей похилого віку –для самоконтролю. Але фітнес –браслети, що вимірюють артеріальний тиск мають ряд недоліків. Вони вимірюють тиск не безпосередньо, а діють за допомогою обхідних шляхів, які сильно пов'язані з програмним забезпеченням, адже неабияка частка достовірності залежить від правильності прорахунків. Похибка складає до 20%. Також на достовірність результатів може вплинути серцеві захворювання, такі як тахікардія, аритмія. Тому виникає потреба в розробці мініатюрного пристрою, сигнали ЕКГ, пульсової хвилі синхронізовані з показниками.

Розглянуті стандартні схеми інтегрованих каналів реєстрації сигналів електрокардіограми і пульсової хвилі Рис. 1, Рис. 2.

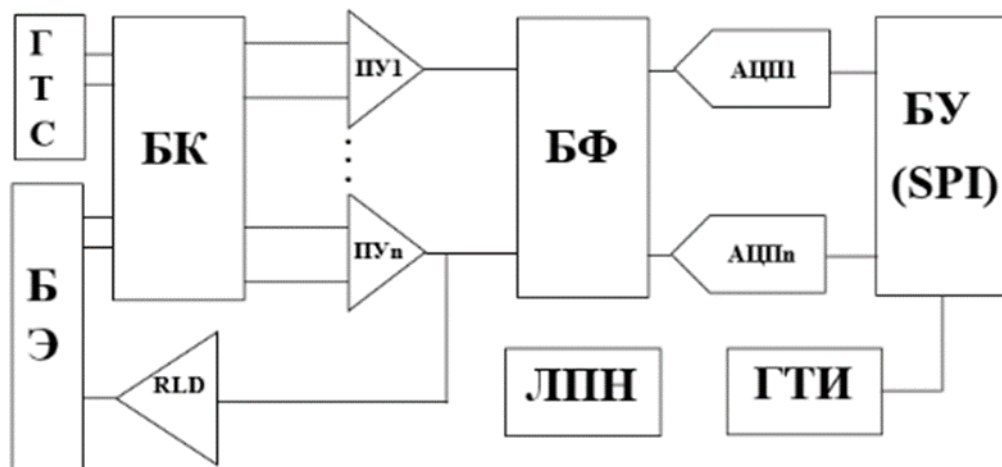


Рис 1. Структурна схема інтегрованого каналу реєстрації ЕКГ-сигналу:

- БЭ- блок електродів,  
 ГТС- генератор тактових сигналів,  
 БК-блок комутації,  
 ПУ-програмовані інструментальні підсилювачі,  
 БФ- блок фільтрації,  
 АЦП- аналогово-цифровий перетворювач,

БУ-блок управління,

ГТГ- тактовий генератор,

ЛНП- лінійний перетворювач напруги

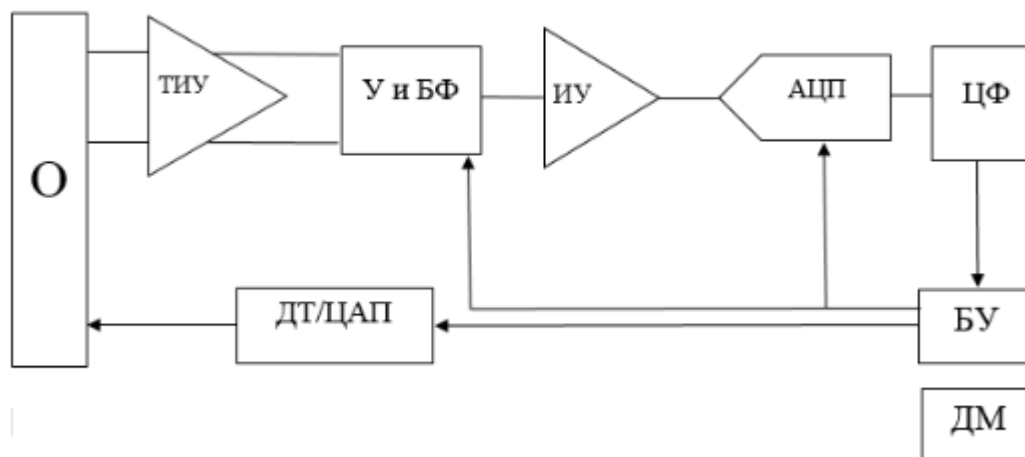


Рис. 2. Структурна схема інтегрованого каналу реєстрації ПХ:

О -оптрон,

ТИУ- транс імпендансний підсилювач,

У і БФ- підсилювач і блок фільтрації,

ИУ- інструментальний підсилювач,

АЦП- аналогово-цифровий перетворювач,

ЦФ- цифровий фільтр,

БУ-блок управління,

ДП / ЦАП- драйвер струму і цифро-аналоговий перетворювач,

ДМ-діагностичний модуль.

На базі цих схем створена структурна і принципова схеми пристрою для синхронної реєстрації ЕКГ і ПХ. Схема включає декілька блоків. Принципова схема виконана на мікросхемі ADS1292R. Версія ADS1292R включає функцію реєстрації частоти дихальних рухів шляхом вимірювання опору діафрагми.

Електроди, встановлені на тілі людини, реєструють електричні коливання (зміни різниці потенціалів) і передають їх мікросхемі ADS1292R (рис. 3.4), де відбувається фільтрація і посилення сигналу. АЦП, вбудований в мікросхему ADS1292R, перетворює сигнал в цифровий код, який потім

передається на МК. Далі код записується в реєстр пам'яті керованого мікроконтролера (МК) через I2C-інтерфейс.

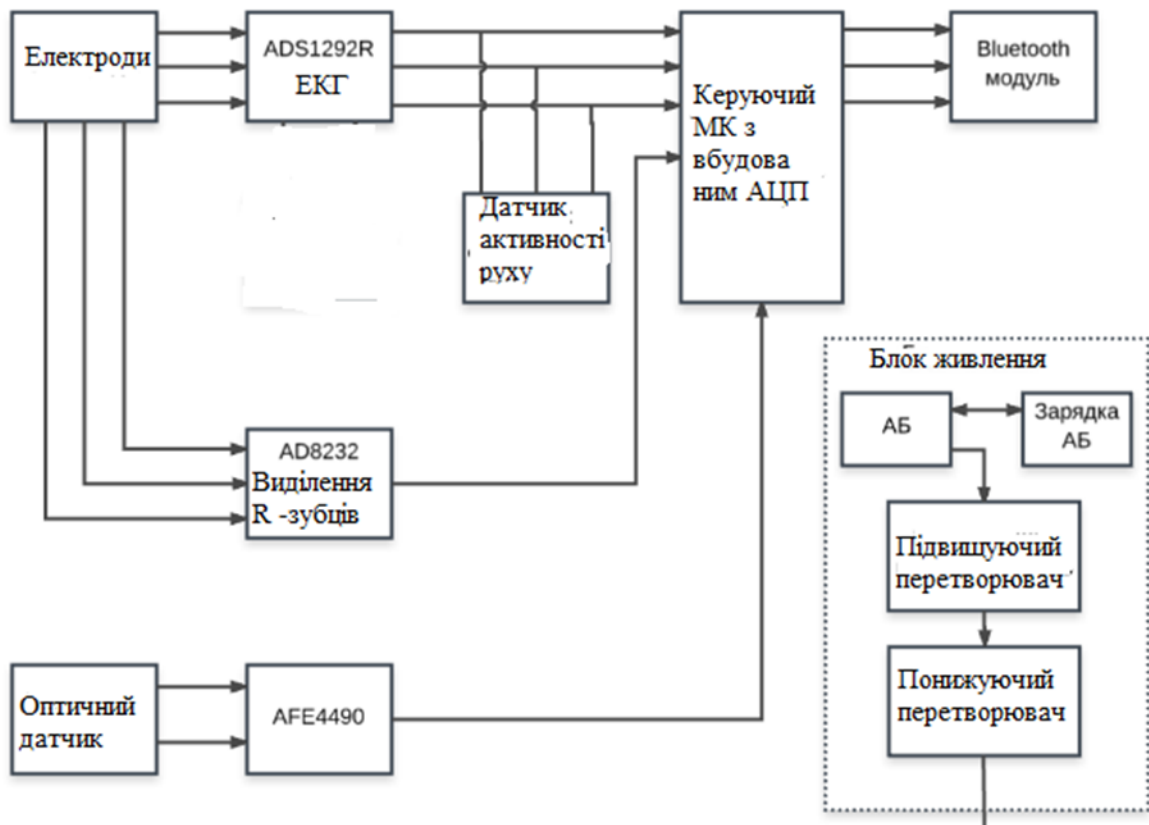


Рис. 3. Структурна схема пристрою для синхронної реєстрації ЕКГ і ПХ

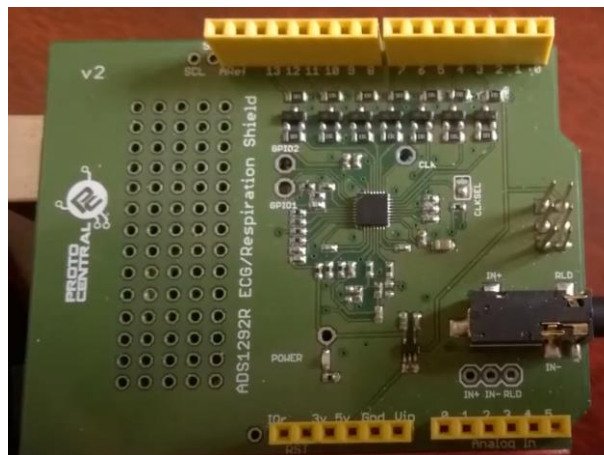


Рис. 4. Принципова схема мікросхеми ADS1292R

Блок виділення зубця R. Електроди, встановлені на тілі людини, реєструють електричні коливання (зміни різниці потенціалів), і передають їх мікросхеми AD8232, яка виконує функції фільтра високих частот і підсилювача. Мікросхема формує аналоговий сигнал ЕКГ і виділяє з сигналу R-зубці, які через послідовний інтерфейс I2C записуються в пам'ять МК і через Bluetooth-модуль виводяться на екран ПК.

Для реєстрації пульсової хвилі використовувався модуль, що складається з мікросхеми AFE4490 і датчика реєстрації сигналу пульсової хвилі NellcorOXI-A / N.

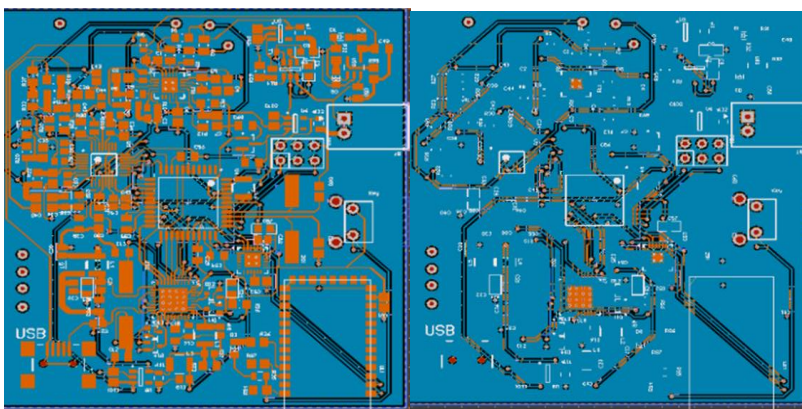


Рис. 5. Двомірний вигляд  
друкованої плати верхній шар

Рис.6. Двомірний вигляд  
друкованої плати нижній шар

В ході проведеної роботи була розроблена друкована плата в програмному середовищі CircuitMaker, з розташованими на ній мікросхемами для реєстрації ЕКГ-сигналу, виділення R-зубців, реєстрації пульсової хвилі, визначення положення тіла людини; для управління всього пристрою використовується мікроконтролер, передача зібраних даних здійснюється за допомогою Bluetooth-інтерфейс, через USB-порт пристрій підключається до мережі для підзарядки АБ..

**Conclusions.** За результатами дослідної роботи магістра зроблені наступні висновки.

1. Визначено, що для самодіагностування літніх людей необхідно удосконалити фітнес – браслет шляхом розробки пристрою з синхронною реєстрацією сигналу електрокардіограми та пульсової хвилі.
2. Розроблена структурна, а на її основі принципова схема для синхронної реєстрації ЕКГ і ПХ, яка відрізняється безпроводним живленням; включає в свій склад акселерометр для фіксації положення тіла людини. Виконана з елементів мікроелектроніки.
3. Розроблена друкована плата пристрою в програмному середовищі CircuitMaker, з розташованими на ній мікросхемами для реєстрації ЕКГ-сигналу, виділення R-зубців, реєстрації

пульсової хвилі, визначення положення тіла людини; для управління всього пристрою використовується мікроконтролер, передача зібраних даних здійснюється за допомогою Bluetooth-інтерфейс, через USB-порт пристрій підключається до мережі для підзарядки АБ.

**Disclaimers:** The author declares that they have no financial or personal relationships that may have inappropriately influenced them in writing this article.

**Conflict of interest statement:** The authors state that there are no conflicts of interest regarding the publication of this article.

**REFERENCES:**

1. Десова А, Дорофеюк А, Анохин А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТ РИТМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПУЛЬСОВОГО СИГНАЛА ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ПСИХОСОМАТИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, "Физиология человека". Физиология человека. 2017;(1):28-34..
2. Кадис Р. Измерение аналитического сигнала или измерение содержания аналита?. Журнал аналитической химии. 2013;68(3):302-308..
3. Шлык Н. Управление тренировочным процессом спортсменов с учетом индивидуальных характеристик вариабельности ритма сердца. Физиология человека. 2016;42(6):81-91.
4. Федосовский М.Е. Разработка и развитие методологических положений автоматизированного проектирования на базе методов математической теории категорий. Кибернетика и программирование. 2017;3(3):10-22.

## PLAGIARISM REPORT:

## Results

