

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ**

**ПЕТРЕНКО ІГОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ**

УДК 004.925.5

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОТРИМАННЯ І АНАЛІЗУ ДАНИХ  
ДОВГОСТРОКОВИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ДІАСТОЛІЧНОГО ТИСКУ**

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія

Автореферат

магістерської роботи

на здобуття кваліфікації магістра з комп'ютерної інженерії

Миколаїв – 2020

Робота виконана у Чорноморському національному університеті ім. Петра Могили.

**Науковий керівник:** канд. фіз.-мат. наук, доцент  
**Ольга Василівна Дворник,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
доцент кафедри комп'ютерної інженерії

**Рецензент:** канд. тех. наук, доцент  
**Сіденко Євген Вікторович,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
заступник завідувача кафедри  
інтелектуальних інформаційних систем

**Консультант:** д-р біол. наук, професор  
**Григор'єва Людмила Іванівна,**  
ЧНУ ім. Петра Могили,  
завідувач кафедри екології Медичного  
інституту

Захист відбудеться «25» лютого 2019 р. о 12<sup>30</sup> на засіданні  
Екзаменаційної комісії в ЧНУ ім. Петра Могили, ауд. 2-406

З магістерською роботою можна ознайомитись на сайті ЧНУ ім. Петра  
Могили

за посиланням <http://chmnu.edu.ua>

Автореферат оприлюднений «22» лютого\_2019 р.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Попередження ризику виникнення та розвитку серцево-судинних захворювань (ССЗ) на сучасному рівні медицини і технологій в переважній більшості випадків здійснюється неінвазійним контролем артеріального тиску (АТ). Саме цей метод дозволяє уникати фатальних наслідків ССЗ захворювань, які є причиною передчасної смерті більше, ніж у 60 % випадків. Показник АТ є одним з вагомих у діагностуванні патологічних станів та різних захворювань. Однією з основних вимог до вимірів АТ є висока точність та достовірність результатів об'єктивних вимірювань, що цілком задовольняють тонометри. Однак, завдяки конструкції вони не дозволяють здійснювати добовий моніторинг роботи серця, особливо довгостроковий, до того ж комфортний для користувача.

Сучасні портативні пристрої, як от смарт-годинники, фітнес-браслети, – дозволяють відслідковувати АТ вельми приблизно, хоча й майже без втручання людини. Однак, діагностичної сили для лікарів дані з цих пристроїв не мають.

Точність автоматичних тонометрів в великій мірі визначається алгоритмами визначення частоти серцевих скорочень (ЧСС) і, відповідно, систолічного (СТ) і діастолічного (ДТ) рівнів тиску. Алгоритми, які використовуються в сучасних автоматичних вимірювачах, хоч і можуть бути клінічно обґрунтовані, проте незалежно випробувати їх не можливо через те, що компанії-виробники свої алгоритми не оприлюднюють, оскільки ці алгоритми є комерційною таємницею. Тому результати вимірювань на різних тонометрах та смарт-пристроях можуть відрізнятися. До того ж варто відмітити, що більшість досліджень присвячені саме зв'язку СТ та ЧСС, а ніж ДТ та ЧСС. Як відомо, важливим клінічним показником є не тільки абсолютні значення СТ і ДТ, а також їх різниця. Таким чином є *проблема* в ненадійних результатах визначення СТ і ДТ за математичними моделями у смарт-пристроях.

Робота є продовженням досліджень магістерської роботи Накиденя Віктора «Застосунок довгострокового персонального моніторингу кров'яного тиску для операційної системи IOS» 2019 р.

**Мета:** удосконалення методів розрахунку систолічного і діастолічного тисків за показами частоти серцевих скорочень для портативних пристроїв неклінічного призначення, а також уточнення методу визначення нормальних показників роботи серцево-судинної системи людини з довгострокових спостережень.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання:**

- з аналітичного огляду наукової літератури, патентної інформації та вимог медичних протоколів обґрунтувати вибір методів і засобів визначення частоти серцевих скорочень;
- здійснити довгострокові вимірювання ЧСС трьома засобами: фітнес-браслетом (протягом 2 місяців) з подальшим перерахунком у величини СТ та ДТ; медичним тонометром (двічі на добу за медичним протоколом вимірювання серцевого тиску); розробленим приладом з додаванням окремих датчиків для вимірювання СТ та ДП для підвищення надійності;
- проаналізувати дані, отримані різними способами, здійснити їх статистичну обробку та регресійний аналіз;
- вирішити окремі питання охорони праці.

**Об'єкт дослідження:** методи отримання і аналізу даних довгострокових спостережень ЧСС, СТ та ДТ.

**Предмет дослідження:** тонометр на базі мікроконтролера Arduino та системи сенсорів.

Для досягнення поставленої мети використані такі **методи дослідження:**

- метод Короткова (механічний метод вимірювання тиску за клінічним протоколом);
- осцилометричний метод (вимірювання пульсу);
- методи апроксимації даних пульсу для побудови моделі розрахунку систолічного та діастолічного тиску;
- метод статистичного аналізу масиву даних довгострокових спостережень пульсу для побудови моделі визначення нормальних показників роботи серцево-судинної системи;
- методи кореляційного та регресійного аналізу масивів даних, отриманих різними пристроями.

В даній роботі **гіпотезу** можна описати так: набори даних вимірювань артеріального тиску однієї і тієї ж людини різними пристроями належать одній

генеральній сукупності, тобто їх дисперсії однакові, а середні значення відрізняються не більше ніж на величину статистичного відхилення. Таке порівняння дозволить визначити коефіцієнти корегування для розрахунку СТ та ДТ з результатів вимірювань ЧСС портативними смарт-пристроями мас-маркету.

**Наукова новизна одержаних результатів:** досліджено набори результатів вимірювань артеріального тиску однієї і тієї ж людини різними засобами на предмет належності їх однієї генеральної сукупності порівнянням дисперсії та середніх величин наборів. Досліджено результати регресійного аналізу даних СТ і ДТ, отримані тонометром клінічного призначення, смарт-годинником відомого виробника та розробленим на базі Arduino тонометром. Удосконалено модель розрахунку СТ з даних ЧСС, уточнено алгоритм визначення значень СТ, ДТ та ЧСС, що відповідають індивідуальній нормі конкретного користувача, з довгострокових спостережень та досліджено співвідношення показників норми за повним масивом даних та за скороченим (протягом одного місяця). Вперше дано пояснення коефіцієнтів перерахунку даних ЧСС у СТ та ДТ в межах точності визначення показників роботи медичних пристроїв.

**Практична цінність отриманих результатів:** усунення недоліків сучасних портативних засобів для вимірювання артеріального тиску шляхом корегування коефіцієнтів обрахунку СТ та ДТ з вимірювань пульсу. Обґрунтовано оптимальну систему сенсорів для реалізації ефективного моніторингу артеріального тиску. Удосконалений метод перерахунку СТ та ДТ з вимірів ЧСС дозволить наблизити точність визначення до 96 % проти 85 % – 92 % в сучасних смарт-пристроях.

**Апробація результатів** магістерської роботи відбулася під час: XXII Всеукраїнської щорічної науково-практичної конференції «Могилянські читання – 2019: Досвід та тенденції розвитку суспільства в Україні: глобальний, національний та регіональний аспекти»(м. Миколаїв, ЧНУ ім. Петра Могили) [1].

**Публікації.** За результатами магістерської роботи опубліковані тези доповіді «Отримання і аналіз даних довгострокових спостережень діастолічного тиску» у збірнику матеріалів науково-практичної конференції.

**Структура та обсяг роботи.** Магістерська робота складається з анотації, вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання з 32

найменувань, 3 додатків на \_\_ сторінках. Основна частина роботи становить \_\_ сторінок, серед яких \_\_ рис. та \_\_\_\_ табл.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** подано обґрунтування актуальності теми магістерської роботи, зазначено її зв'язок сформульовано мету, завдання та методи дослідження і розроблення, вказано практичне значення одержаних результатів, наведено відомості про апробацію результатів роботи та публікації автора. Показано, що задача персонального моніторингу, виявлення та своєчасного попередження гіпертонії є важливим пріоритетом в області охорони здоров'я в усьому світі.

У **першому розділі** магістерської роботи «**Аналітичний огляд завдання та аналогів**» з аналітичного огляду літератури і патентної інформації виявлено, що осцилометричний метод вимірювання АТ є найбільш оптимальним для домашнього моніторингу роботи серцево-судинної системи. До того ж цей метод дозволяє розробку моделей відслідковування індивідуальних особливостей та моделі перерахунку пульсу у величину систолічного та діастолічного тисків.

Для попередньої оцінки масиву даних АТ та пульсу, отриманих з різних пристроїв, варто використовувати табличні редактори, наприклад, MS Excel та його пакет статистичного аналізу даних. Для досліджень та уточнення моделей розрахунку СТ та ДТ з довгострокових спостережень показів пульсу необхідно використовувати потужні пакети статистичного аналізу систем комп'ютерної математики. Найбільш оптимальним для таких задач є СКМ Maple виробника Waterloo Inc. з набором пакетів наукового призначення.

Характеристики та функціонал різних виробників тонометрів, як клінічного призначення так і популярних серед користувачів трекерів, дозволяють стверджувати, що майбутнє за пристроями для моніторингу показів ЧСС саме персональних та таких, що здійснюватимуть збирання даних майже без втручання користувача протягом тривалого часу. Саме тому розроблення, уточнення або удосконалення методів і моделей перерахунку показів ЧСС у величину СТ та ДТ є актуальним для смарт-пристроїв.

У **другому розділі** магістерської роботи «**Розробка програмно-апаратної частини**» описано компоненти, які необхідні для виготовлення пристрою, сформульовано вимоги до апаратного засобу. Проектована система

моніторингу артеріального тиску (тонометр) заснована на мікроконтролерному модулі Arduino Nano. Головним обчислювальним пристроєм є мікроконтролер ATmega328P на базі ядра AVR компанії Microchip. Він має необхідну кількість ліній вводу / виводу, вбудований модуль АЦП, 16 кБ пам'яті програм і 2 кБ ОЗУ. Модуль Arduino Nano має перетворювач інтерфейсів COM-USB, на базі мікросхеми FTDI FT232, що дозволяє підключати його до середовища розробки Arduino IDE. Проектований пристрій має 2 роздільних канали управління навантаженням (помпа накачування повітря, клапан скидання тиску), датчик тиску з можливістю підключення манжети, і в якості індикації використовує символний РКІ. Так само кожен з обчислювальних модулів має ряд фільтрів напруги живлення, що надходить з перетворювача напруги.

На рис. 1 наведено структурну схему пристрою моніторингу артеріального тиску. Пристрій має обчислювальний блок, блок управління навантаженням, блок індикації, блок введення даних, перетворювач напруги і блок аналогової обробки сигналу з датчика тиску.

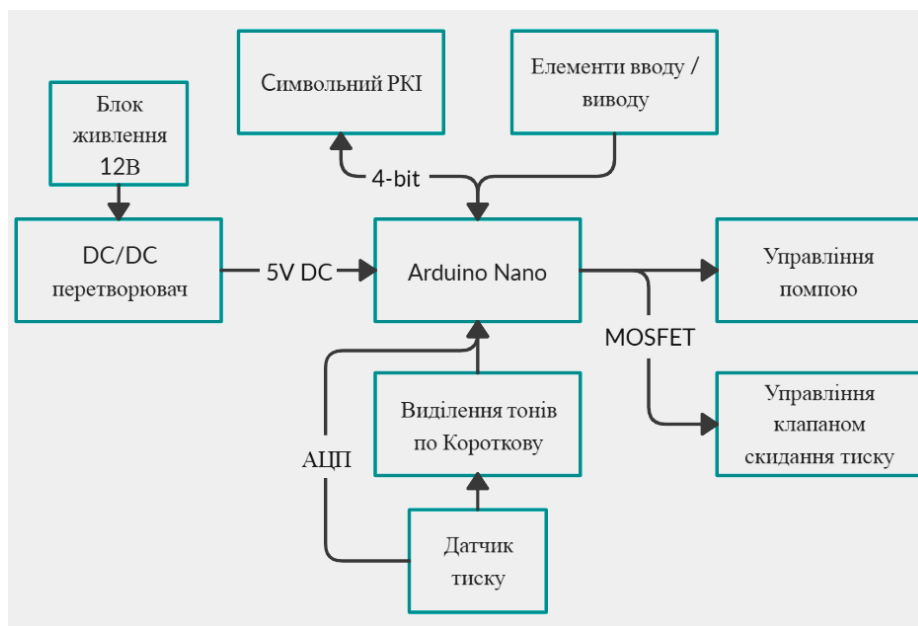


Рисунок 1 – Структурна схема проектованого пристрою.

Розроблено принципову та друковану плату пристрою. Принципова схема системи управління була розроблена в програмному пакеті P-CAD 2006 SP2 Schematic. Для розробки ДП пристрою використовувався програмний продукт P-CAD 2006 SP2 PCB. Проведено розрахунок надійності системи управління.

Система моніторингу артеріального тиску була спроектована з урахуванням електромагнітної сумісності, теорії розробки ДП і максимального використання можливостей обчислювальних модулів.

У третьому розділі магістерської роботи «Розробка програмної частини та аналіз даних спостережень показників ССС» описані загальні вимоги до програмного засобу. Обґрунтовано вибір середовища та мови програмування для розробки програмного застосунку; розроблено програмну реалізацію тонометра артеріального тиску. Програмне забезпечення розроблялося в середовищі Arduino IDE.

Для опитування натискання кнопок були створені 2 відповідних обробника переривань – *button\_start()* і *button\_stop()*. У них реалізовано управління помпою накачування манжети, електромагнітним клапаном скидання тиску і установка необхідних значень змінних.

Для відліку кількості секунд з моменту появи пульсацій був реалізований обробник переривання першого таймер-лічильника – *ISR(TIMER1\_COMPA\_vect)*. Модуль першого таймер-лічильника ініціалізований так, щоб переривання генерувалося раз в секунду. У головному циклі реалізований розрахунок кількості ударів серця в хвилину виходячи з отриманого значення кількості пульсацій і кількості відрахованих секунд.

Для отримання значення тиску в манжеті і виділених смуговим фільтром пульсацій з аналогового датчика тиску використовувався стандартний функціонал Arduino IDE – *analogRead(analogIn\_1)* і *analogRead(analogIn\_2)*.

Для підключення РКІ до Arduino Nano був реалізований необхідний функціонал – *write()*, *comand\_to\_LCD()*, *data\_to\_LCD()*, *init\_LCD()*, *string\_to\_LCD(unsigned char line, unsigned char pos, char str[])*. Використання стандартного функціоналу Arduino IDE не було можливим, тому що частина цифрових ліній РКІ була заведена на аналогові виводи Arduino Nano. Мікроконтролер може працювати з цими виводами як з цифровими, але це недоступно в стандартному функціоналі Arduino IDE. Це було обумовлено зручністю розведення друкованої плати та відповідності стандартам електромагнітної сумісності (збереження цілісності земляного полігону друкованої плати, зменшення перехідних з'єднань і інше).

Для налагодження роботи низькорівневого програмного забезпечення та отримання даних для графічного представлення використовувався послідовний порт, який працює на швидкості 9600 біт/с.



По завершенню роботи тонометр відправляє масив даних тиску в манжеті, масив даних пульсацій, розраховані значення середнього тиску (МАР), систолічного тиску (SBP), діастолічного тиску (DBP), кількість ударів в хвилину по послідовному порту. На рис. 2 наведено приклад графічного відображення даних в Excel таблиці.

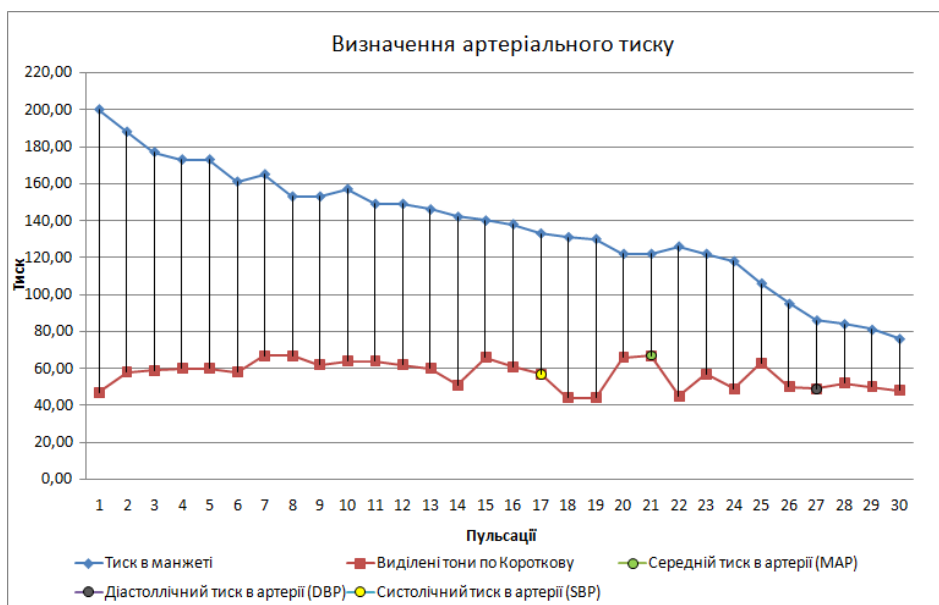


Рисунок 2 – Графічне відображення даних вимірювань АТ

На графіку відображені криві тиску в манжеті, виділених тонів по Короткову, значення тиску верхньої межі – 133 мм.рт.ст., тиску нижньої межі – 86 мм.рт.ст., середнього розрахункового тиску – 122 мм.рт.ст.

Розрахунок верхньої і нижньої меж артеріального тиску осцилоскопічним методом відрізняється у кожного з виробників цифрових тонометрів. Загальний алгоритм вимірювання у всіх один – проводиться вимір тиску в манжеті, виділення і фіксація значень тонів по Короткову, визначення так званого середнього артеріального тиску (МАР), якому відповідає максимальне значення з масиву отриманих тонів. Подальший розрахунок верхньої межі (SBP) і нижньої межі (DBP) найчастіше відбувається за певними коефіцієнтами, отриманими в результаті порівняння значень досліджень на пацієнтах з еталонним апаратом і розробляються цифровим тонометром. Ці коефіцієнти залежать від безлічі параметрів – типу використовуваного датчика і його точності, конструктивних особливостей регулюючих агрегатів (клапан повільного відведення, швидкості накачування помпи, манжети) та інших. Значно рідше використовується розрахунок меж по інтенсивності наростання і спаду тонів Короткова щодо середнього артеріального тиску.

Удосконалено математичну модель розрахунку величини СТ за результатами вимірювання ЧСС (пульсу). Показано, що розрахунок оптимально здійснювати з формулою:

$$SP_i = k_1 \cdot HR_i^{k_2},$$

яка оперує коефіцієнтами, визначеними за параметрами людини за нормального стану: систолічного тиску  $SB_N$  (СТ), та  $HR_N$  серцевого ритму (пульсу). Величину коефіцієнтів  $k_1$  та  $k_2$  (безрозмірного) можна отримати зі статистичного аналізу даних ранкових спостережень визначенням моди наборів даних СТ та ЧСС, наприклад, пакетом статистичного аналізу в MS Excel. Результати такого аналізу даних вимірювань за медичним протоколом тонометром VA-350 виробництва швейцарської компанія Vega Healthlife клінічного призначення та ЧСС смарт-годинником Amazfit Bip фірми Xiaomi наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Результати статистичного аналізу даних спостережень АТ

Статистичний показник	СТ, мм.рт.ст.	ЧСС, уд.хв.	ЧСС (смарт-годинник), уд.хв.	ДТ, мм.рт.ст.
Mean	122.743	71.784	71.743	76.122
Standard Error	0.615	0.482	0.447	0.473
Median	123	71.5	72	77
Mode	118	72	72	78
Standard Deviation	5.289	4.142	3.843	4.071
Kurtosis	1.114	1.316	-0.406	0.209
Skewness	0.049	0.890	0.301	-0.770
Minimum	109	63	65	66
Maximum	140	84	80	84

Аналіз рівняння степеневі апроксимації наборів даних СТ та ЧСС з огляду на аналіз даних попередніх дослідників дозволяє припустити, що величина коефіцієнту  $k_1$  відповідає значенню пульсу ( $HR_N$ ), який є нормальним показником ЧСС людини, до того ж ще й індивідуальним. Однак, розмірність коефіцієнту  $k_1$  є оберненою до ЧСС. Отже, визначати його можна як моду масиву даних (показник «Mode» в табл. 1), оскільки спостережуваний

є здоровим молодим чоловіком до 25 років, без шкідливих звичок та надмірного вживання кофеїн-вмістних речовин. Для таких людей за даними «American Heart Association» величина СТ до 120 мм.рт.ст. є нормальним показником, на відміну від медіани (показник «Median» в табл. 1), величина якої вже вважається підвищеним значенням.

Вперше вдалося визначити формулу розрахунку коефіцієнту ступеня  $k_2$ :

$$k_2 = \frac{1}{\varepsilon} \cdot \left( \frac{HR_{norm}}{SP_{norm}} \right)^2,$$

де  $\varepsilon$  – безрозмірний коефіцієнт для узгодження порядку величин;

$HR_{norm}$ ,  $SP_{norm}$  – значення ЧСС та СТ для конкретного користувача, що відповідають нормі роботи його ССС, які є індивідуальними.

Дослідження регресійного аналізу даних ДТ та ЧСС наведено на рис. 3.

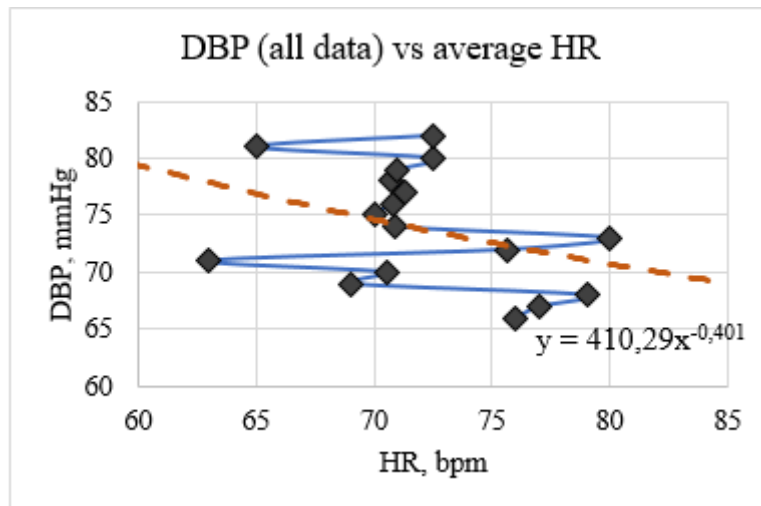


Рисунок 3 – Регресійний аналіз даних ДТ та ЧСС за ступеневою функцією.

**Додатки** містять данні показників артеріального тиску та пульсу суб'єкта досліджень, лістинг програми виготовленого тонометра, алгоритм роботи виготовленого тонометра, принципову схему.

**Спеціальна частина «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»** проведена оцінка праці у виробничому середовищі у приміщенні на підприємстві ФОП «Роман Валерій Ігорович», а також визначений вплив цих факторів на здоров'я та працездатність працівників. Слід зазначити, що була встановлена відповідність всіх розглянутих показників чинним санітарним нормам та виявлено, що умови праці в ФОП «Роман Валерій Ігорович» є оптимальними.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської роботи:

1. З аналітичного огляду методів та засобів вимірювання і моніторингу серцевого ритму (пульсу) та кров'яного тиску обґрунтовано методи емпіричних неінвазійних досліджень параметрів роботи ССС. Паралельні вимірювання за медичним протоколом тонометром клінічного, смарт-пристроєм та розробленим на базі Arduino пристроєм дозволили виявити низку невирішених проблем. Показано, що ефективність моніторингу роботи ССС використанням портативних смарт-пристроїв суттєво визначається моделями перерахунку показників ЧСС у СТ та ДТ.

2. Розроблені структурна, принципова і монтажна схеми пристрою. Наведено детальний опис схеми пристрою, розрахунок компонентів системи. Система моніторингу артеріального тиску була спроектована з урахуванням електромагнітної сумісності, теорії розробки ДП і максимального використання можливостей обчислювальних модулів.

3. Удосконалено модель перерахунку даних ЧСС у величину СТ, яка оперує безпосередньо величинами  $SP_{norm}$  та  $HR_{norm}$ , що відповідають нормальним значенням СТ та ЧСС без додаткових перетворень. Обґрунтовано методіку визначення нормальних показників  $SP_{norm}$  та  $HR_{norm}$  за результатами статистичної обробки масивів даних як всього інтервалу спостережень так і скороченого – протягом одного місяця. Показано, що одного місяця спостережень достатньо для встановлення нормальних показників роботи ССС, які до того ж віддзеркалюють індивідуальні фізіологічні особливості користувача. Виявлено, що величини показників  $SP_{norm}$  та  $HR_{norm}$  є статистичними модами масивів даних.

4. Експериментальні дослідження показників роботи АТ протягом 2 місяців дозволили виявити, що для подальших досліджень, удосконалень та розроблень доцільно враховувати дані ранкових вимірювань. Оскільки вечірні показники СТ і ДТ є дещо підвищеними. При цьому, як виявлено статистичним аналізом даних, підвищення величини ЧСС у вечорі не спостерігається.

5. Вперше пояснена величина та зміст коефіцієнтів у рівнянні регресійного аналізу даних СТ та ЧСС. Величина коефіцієнта  $k_1$  відповідає значенню ЧСС у нормі ( $HR_{norm}$ ). Коефіцієнт  $k_2$  визначається співвідношенням  $SP_{norm}$  та  $HR_{norm}$ . Встановлено, що точність визначення СТ, навіть за грубим

цілочисельним підбиранням коефіцієнту  $\varepsilon$  дозволяє підвищити точність розрахунку СТ з показів ЧСС за удосконаленою моделлю на 6-8 % аніж в існуючих аналогах портативних смарт-пристроїв мас-маркету.

б. Як перспективи подальших досліджень та розроблень можна відмітити проблему пояснення змісту безрозмірного коефіцієнта  $\varepsilon$ , удосконалення моделі розрахунку ДТ з результатами вимірювань ЧСС портативними смарт-пристроями.

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

Робота пройшла апробацію на міжнародному науково-технічній конференції, за результатами надрукована одна публікація:

Петренко І. О., Дворник О.В. Отримання і аналіз даних довгострокових спостережень діастолічного тиску. Могилянські читання 2019. Секція «Комп'ютерна інженерія» : тези доп. XXII Всеукр. наук.-метод. конф. Миколаїв, 11–16 листопада 2019 р. Миколаїв : Вид-во Чорномор. нац. ун ту ім. Петра Могили, 2019. С. 87–88.

## АНОТАЦІЯ

**Петренко Ігор Олександрович. Методи та засоби отримання і аналізу даних довгострокових спостережень діастолічного тиску.** – На правах рукопису.

Магістерська робота на здобуття освітньої кваліфікації «Магістр комп'ютерної інженерії». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Миколаїв, 2020.

Серцево-судинні захворювання є основною причиною смерті в усьому світі. Підвищений артеріальний тиск - один з факторів ризику розвитку серцево-судинних ускладнень. Виявлення, лікування та контроль гіпертонії є важливим пріоритетом в області охорони здоров'я в усьому світі. В даній роботі обґрунтовано методи емпіричних неінвазійних досліджень параметрів роботи ССС. Показано, що ефективність моніторингу роботи ССС використанням портативних смарт-пристроїв суттєво визначається моделями перерахунку показників ЧСС у СТ та ДТ.

Розроблено тонометр артеріального тиску. В тонометрі використовувався підбір коефіцієнтів на базі статистичних значень, отриманих з точного

тонометра і даних, отриманих за допомогою довгострокових спостережень власного артеріального тиску.

Удосконалено модель перерахунку даних ЧСС у величину СТ, яка оперує безпосередньо величинами  $SP_{norm}$  та  $HR_{norm}$ , що відповідають нормальним значенням СТ та ЧСС без додаткових перетворень. Обґрунтовано методику визначення нормальних показників  $SP_{norm}$  та  $HR_{norm}$  за результатами статистичної обробки масивів даних як всього інтервалу спостережень так і скороченого – протягом одного місяця.

Вперше пояснена величина та зміст коефіцієнтів у рівнянні регресійного аналізу даних СТ та ЧСС.

У спеціальній частині з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях була проведена оцінка праці у виробничому середовищі у приміщенні на підприємстві ФОП «Роман Валерій Ігорович», а також визначений вплив цих факторів на здоров'я та працездатність працівників.

В цілому магістерська робота без додатків містить \_ сторінок, \_ рисунка, \_ таблиць, \_ джерел посилань та 4 додатки.

## ABSTRACT

**Petrenko Ihor. Methods and means for obtaining and analyzing data from long-term diastolic pressure observations.** – On the rights of the manuscript.

Master's work for obtaining an educational qualification "Master of Computer Engineering". – Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, 2020.

Cardiovascular disease is the leading cause of death worldwide. Increased blood pressure is one of the risk factors for cardiovascular complications. The detection, treatment and control of hypertension is a major health priority worldwide. This paper substantiates the methods of empirical non-invasive studies of the parameters of the CVS. It is shown that the effectiveness of monitoring of the CVS operation using portable smart devices is significantly determined by the models of recalculation of HR in SP and DP.

Blood pressure tonometer was developed. The tonometer used a selection of coefficients based on statistical values obtained from an accurate tonometer and data obtained from long-term observations of own blood pressure.

The model of recalculation of HRD into SP is improved, which operates directly with the values  $SP_{norm}$  and  $HR_{norm}$ , which correspond to the normal values of SP

and HR without additional transformations. The methodology for determining the normal indexes  $SP_{norm}$  and  $HR_{norm}$  based on the results of statistical processing of data sets of both the entire observation interval and the reduced one-month period is substantiated.

For the first time, the magnitude and content of the coefficients in the equation of regression analysis of SP and HRD are explained.

In a special part on labor protection and safety in emergency situations, an assessment was made of labor in the production environment in the premises of the enterprise state of emergency “Roman Valery Ihorovich”, as well as a certain impact of these factors on the health and performance of workers.

In general, Master's Thesis without the enclosures contains pages, pictures, tables, references.