

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА  
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ  
КАФЕДРА БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Бакса Арсен Анатолійович

*УДК 612.143:616-073.173*

**МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЗНАЧЕННЯ АРТЕРІАЛЬНОГО ТИСКУ ЛЮДИНИ  
ЗА ЕЛЕКТРОРЕОГРАФІЧНИМ СИГНАЛОМ**

163 – Біомедична інженерія

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль – 2018

Роботу виконано на кафедрі біотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук,  
доцент кафедри біотехнічних систем  
**Дедів Леонід Євгенович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя,

**Рецензент:** кандидат технічних наук,  
доцент кафедри радіотехнічних систем  
**Умзар Юрій Августович,**  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 22 лютого 2018 р. о 10<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №22 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 9-507.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність роботи.** Показники артеріального тиску у медицині використовують як один із початкових параметрів діагностики стану пацієнта, зокрема при діагностуванні серцево-судинних захворювань. Відповідно актуальною медичною задачею є розроблення нових методів визначення значення артеріального тиску.

В медицині використовуються прямі та непрямі методи вимірювання артеріального тиску. Враховуючи неінвазивність, перевага віддається непрямим методам. Серед цих методів виділяють оклюзійні та неоклюзійні, що відповідно характеризуються наявністю та відсутністю додаткової компресійної манжети, тиск в якій урівноважує артеріальний тиск. При цьому перспективними є неоклюзійні методи, зокрема електрореографічний, що ґрунтується на вимірюванні та оцінюванні зміни провідності тканин залежно від степені їх кровонаповнення (відбір і опрацювання електрореографічних сигналів). При цьому в самому електрореографічному сигналі будуть міститися відомості про поточне значення тиску крові в судинах. При цьому важливим є встановлення функціональної залежності між параметрами електрореографічного сигналу та значеннями систолічного і діастолічного тисків, яка дала б можливість за результатами опрацювання таких сигналів встановлювати числові значення цих тисків.

Тому, для визначення артеріального тиску необхідно обґрунтувати або розробити новий метод опрацювання електрореографічних сигналів, який давав би можливість виділення інформативних ознак таких сигналів, що були б індикаторами значення артеріального тиску. Сказане вище і визначає актуальність теми дослідження.

**Мета і задачі дослідження.** *Метою дослідження є розроблення методу оцінювання значення артеріального тиску людини за електрореографічним сигналом. Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:*

1. Провести аналітичний огляд літературних джерел за тематикою дослідження;
2. Провести порівняльний аналіз відомих методів вимірювання артеріального тиску, принципів функціонування сучасних автоматизованих систем вимірювання артеріального тиску та впливи на процес вимірювання фізіологічних завад та артефактів і обґрунтувати метод визначення артеріального тиску за електрореографічним сигналом;
3. Провести аналіз природи електрореографічних сигналів з метою виявлення функціональної залежності між параметрами такого сигналу та значеннями артеріального тиску;
4. Розробити метод оцінювання значення артеріального тиску людини за електрореографічним сигналом;
6. Провести експериментальний відбір та опрацювання електрореографічних сигналів обґрунтованим методом;
7. Провести імітаційне моделювання електрореографічних сигналів для задачі оцінювання методу визначення артеріального тиску.

*Об'єкт дослідження:* процес оцінювання значення артеріального тиску людини за електрореографічним сигналом.

*Предмет дослідження:* метод оцінювання значення артеріального тиску людини за електрореографічним сигналом.

*Методи дослідження* побудовано на базі теорії детермінованих та стаціонарних випадкових процесів, зокрема подання електрореографічних сигналів у вигляді адитивної суміші періодичного процесу та стаціонарного випадкового процесу. Для програмної реалізації алгоритмів опрацювання використано пакет прикладних програм MATLAB.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Розроблено неоклюзійний метод визначення артеріального тиску за результатами опрацювання реографічних сигналів, що ґрунтується на основі залежності Кедрова, що описує взаємозв'язок між змінами тиск крові та змінами параметрів електрореографічного сигналу.

**Практичне значення одержаних результатів.** Одержані результати можуть бути використані при проектуванні автоматизованих неоклюзійних портативних пристроїв для визначення артеріального тиску.

**Публікації.** За матеріалами кваліфікаційної роботи магістра опубліковано тези доповідей на XX науковій конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 2017 рік.

**Структура та обсяг.** Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 110 сторінках, списку використаних джерел з 32 назв на 4 сторінках, додатків на 1 сторінці. Загальний обсяг роботи становить 117 сторінок.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** 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** «Методи вимірювання артеріального тиску людини» проведено аналіз методів вимірювання артеріального тиску, зокрема прямих та непрямих, неоклюзійних та оклюзійних. Встановлено, що перспективним є використання непрямих неоклюзійних методів, оскільки вони є більш комфортними для пацієнтів, неінвазивними та придатні для тривалого моніторингу значення АТ. Однак вони є більш складними в плані апаратної реалізації та потребують розроблення нових методологічних підходів до задачі вимірювання АТ;

Проаналізовано принцип функціонування сучасних автоматизованих систем вимірювання артеріального тиску та вплив фізіологічних завад, що призводять до похибок вимірювання. Встановлено, що реографічні та плетизмографічні методи є більш стійкими до впливів артефактів, зокрема рухових;

Проведено порівняльний аналіз методів вимірювання артеріального тиску та обґрунтовано доцільність застосування непрямого неоклюзійного методу, що ґрунтується на відборі та опрацюванні реографічних сигналів.

**У другому розділі** «Метод визначення артеріального тиску за реографічним сигналом» Проведено аналіз застосування методу реографії при визначенні

артеріального тиску, зокрема проаналізовано природу таких сигналів, їх основні морфологічні параметри; Розглянуто методи відбору та попереднього опрацювання реографічних сигналів; Запропоновано неоклюзійний метод визначення значення артеріального тиску за реографічними сигналами.

**У третьому розділі** «Метод неоклюзійного визначення артеріального тиску» встановлено, що в змінах часових параметрів хвиль сигналів такого роду відображаються прояви поточного значення артеріального тиску; Обґрунтовано метод неоклюзійного визначення артеріального тиску за реографічними сигналами, який ґрунтується на пропорційності зміни опору ділянки поверхні тіла людини і зміни тиску крові в судинах цієї ділянки; Отримано розрахункові вирази, що є операторними рівняннями, для оцінювання тиску крові за реографічним сигналом; Запропоновано варіант технічної реалізації автоматизованої системи неоклюзійного визначення артеріального тиску за реографічними сигналами.

**У четвертому розділі** «Проведення експериментальних досліджень» Проведено експериментальний відбір реографічних сигналів з допомогою реографа Р4-02 з частотою зондуючого струму 100 кГц. Використовувалась тетраполярна схема накладання електродів. Оцифрування сигналів проводилося з допомогою звукової карточки персонального комп'ютера. Запис проводився на лінійний вхід з допомогою програми Adobe Audition, яка проводила запис сигналів в аудіоформаті з розширенням .wav; Відібрані сигнали було завантажено та опрацьовано в середовищі Matlab; Проведено імітаційне моделювання реографічного сигналу у вигляді періодичного продовження вектора значень сигналу та суміші синусоїд з експоненційними зниканнями на характерних часових рівнях. Результати імітації показали узгодження експериментальних та теоретичних даних.

**У п'ятому розділі** «Спеціальна частина» описано метрологічне забезпечення медико-біологічних досліджень при роботі із реографічним сигналом 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 33489,24 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 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 отриманні реографічних сигналів для коректної роботи персоналу установи де використовується представлений метод дослідження пацієнта. Встановлено порядок дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

**У восьмому розділі** «Екологія» розглянуто питання актуальності охорони навколишнього середовища, забруднення, що виникають при виготовленні приладу, заходи щодо зменшення забруднення.

## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розв'язано актуальну наукову задачу обґрунтування методу оцінювання значення артеріального тиску людини за електрореографічним сигналом.

При цьому отримано такі результати:

1. Проведено аналітичний огляд літературних джерел за тематикою дослідження та встановлено актуальність наукового дослідження.

2. На основі порівняльного аналізу відомих методів вимірювання артеріального тиску, принципів функціонування сучасних автоматизованих систем вимірювання артеріального тиску та впливів на процес вимірювання фізіологічних завад і артефактів обґрунтовано метод визначення артеріального тиску за реографічними сигналами. Запропонований метод є стійким до рухових артефактів.

3. На основі проведеного аналізу природи реографічних сигналів встановлено, що в змінах часових параметрів хвиль сигналів такого роду відображаються прояви поточного значення артеріального тиску.

4. Обґрунтовано метод неоклюзійного визначення артеріального тиску за реографічними сигналами, який ґрунтується на пропорційності зміни опору ділянки поверхні тіла людини і зміни тиску крові в судинах цієї ділянки.

5 Отримано розрахункові вирази, що є операторними рівняннями, для оцінювання тиску крові за реографічним сигналом.

6. Запропоновано варіант технічної реалізації автоматизованої системи неоклюзійного визначення артеріального тиску за реографічними сигналами.

7. Проведено експериментальний відбір реографічних сигналів з використанням реографа Р4-02 та проведено опрацювання відібраних сигналів із застосуванням засобу програмного забезпечення MATLAB. Для опрацювання використано методи спектрально-кореляційного аналізу.

8. Проведено імітаційне моделювання реографічного сигналу у вигляді періодичного продовження вектора значень сигналу та суміші синусоїд з експоненційними зниканнями на характерних часових рівнях. Результати імітації показали узгодження експериментальних та теоретичних даних.

## ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ

1. Бакса А. А. Метод оцінювання значення артеріального тиску людини за електрореографічним сигналом / А. А. Бакса, Л. Є. Дедів // Матеріали XX наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 17-18 травня 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — С. 120.

## АНОТАЦІЯ

Бакса А.А. Метод оцінювання значення артеріального тиску людини за електрореографічним сигналом. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра,

Тернопільський національний технічний університети імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

Дипломну роботу магістра присвячено питанням обґрунтування методу визначення артеріального тиску шляхом відбору та опрацювання реографічних сигналів. Проаналізовано можливість використання неоклюзійного та оклюзійного методів визначення артеріального тиску за географічними сигналами. Встановлено, що більш зручним та перспективним є неоклюзійний метод. Запропоновано спосіб визначення артеріального тиску за параметрами реографічного сигналу. Проведено комп'ютерне імітаційне моделювання реографічних сигналів.

Ключові слова: артеріальний тиск, реографія, імітаційна модель.

### **ABSTRACT**

Baksa AA Method of estimation of human blood pressure value by rheography signal. - The manuscript. Master's Qualifying Work, Ivan Puluj Ternopil National Technical University, Ternopil, 2018.

The work is devoted to questions of substantiation of the method of determination of arterial pressure by selecting and processing rheographic signals. The possibility of using neocclusion and occlusal methods for determining arterial pressure by rheography signals has been analyzed. It has been established that the neoclassical method is more convenient and promising. The method of determination of arterial pressure according to the parameters of the rheographic signal is proposed. Computer imitation of rheographic signals was carried out.

Key words: arterial pressure, rheography, imitation model.