

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

**Генгало Віталій Романович**

*УДК 612.15:519.218*

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ОПРАЦЮВАННЯ  
ЕЛЕКТРОРЕОГРАФІЧНИХ СИГНАЛІВ В ЦИФРОВИХ  
РЕОГРАФАХ**

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:**

Захист відбудеться 27 грудня 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 теми.** Під реографією розуміють метод дослідження кровонаповнення органів і тканин або окремих ділянок тіла на основі реєстрації змін їх електричного опору. Реографія знаходить широке застосування медицині як метод, що дозволяє об'єктивно оцінити зміни пульсового кровонаповнення і властивостей судинної стінки в динаміці; використовується для діагностики різного роду органічних і функціональних судинних змін як в артеріальному, так і в венозному руслах; для вивчення особливостей колатерального кровообігу, дії лікарських речовин, механізму екстремальних впливів на організм і ін. Якісна і кількісна оцінка реограм зводиться до вимірювання та опису амплітудних і часових відрізків кривої, які відображають стан тонусу судин, їх еластичність, величину ударного обсягу.

Однак, реєстрація реограм супроводжується впливом значної кількості зовнішніх та внутрішніх факторів, що спотворюють корисний сигнал і знижують його інформативність. Методи оброблення сигналів, що використовуються у відомих реографах для одержання реограми, не забезпечують необхідний рівень достовірності, що ставиться до сучасних засобів діагностики.

Застосування методів цифрової обробки сигналів та комп'ютерної техніки дозволяють провести підвищення точності, завадостійкості та інформативності результатів опрацювання географічних сигналів та скорочення часу опрацювання їх для визначення фізіологічних параметрів. Тому актуальною є задача удосконалення методів опрацювання реосигналів в цифрових реографах

**Мета і задачі досліджень.** Метою роботи є удосконалення методів опрацювання електрореографічних сигналів для цифрових реографів. Для цього необхідно вирішити наступні задачі:

1. Провести аналіз літературних джерел за тематикою дослідження;
2. Провести аналіз апаратного і алгоритмічного забезпечення реографії та визначення пріоритетних напрямків і задач, які потребують вирішення.
3. Провести вдосконалення структурних схем вимірювального реографічного каналу на основі вузлів з ЦОС.
4. Розробити методи придушення дихальної завади в реосигналах.
5. Дослідити можливості використання частотного і часо-частотного представлення реосигналів для ідентифікації характерних точок.

*Об'єкт дослідження* – процес опрацювання електрореографічних сигналів.

*Предмет дослідження* – методи опрацювання електрореографічних сигналів.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у:

Обґрунтовано методи придушення дихальної завади в реографічному сигналі, що базуються на використанні частотної, вейвлет- та сплайн- апроксимації, та на прикладі опрацювання реальних реограм доведено їх високу ефективність.

**Практичне значення одержаних результатів:**

Отримані результати можуть бути використані при побудові цифрових реографічних систем із покращеними характеристиками.

**Апробація результатів роботи.** За матеріалами кваліфікаційної роботи магістра опубліковано тези доповідей на VII міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» ТНТУ ім. І. Пулюя, 2018 рік.

**Структура та обсяг.** Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 133 сторінках, списку використаних джерел з 28 назв на 3 сторінках, додатків на 1 сторінці. Загальний обсяг роботи становить 138 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** «Біофізіологічні основи застосування методів реографії» розглянуто біофізичні засади методу реографії, а також відомі рішення методичного та інструментального забезпечення. Проаналізовано вимоги до характеристик апаратних і програмних засобів діагностики.

Відзначено особливості та проблеми у побудові реографічного вимірювального каналу, сформульовано вимоги до основних характеристик структурних елементів, розглянуто принципи функціонування програмно-апаратних реографічних комплексів з ЦОС для заміни аналогових операцій і розширення функціональних можливостей.

Проаналізовано існуючі проблеми та методи оброблення реограм з точки зору використання цифрових методів на етапах попередньої обробки реосигналів, визначення діагностичної інформації та оптимального зберігання даних.

Сформульовано та обґрунтовано основні задачі досліджень.

**У другому розділі** «Задача покращення характеристик реографічних каналів» запропоновано структури реографічних каналів з використанням ЦОС на етапах аналого-цифрового перетворення та детектування реосигналів, що дозволяють уникнути ряду недоліків притаманних типовій схемі.

Проведено моделювання роботи реографу на основі сигма-дельта АЦП, яке підтвердило високі точнісні характеристики та стійкість до завад даного типу перетворення.

Досліджено модель вимірювача імпедансу з цифровим алгоритмом ФКР на основі логарифмічного перетворення, що дозволяє уникнути прямого виконання операції множення. Запропоновано варіант побудови ПІН для даної структури реоканалу з компенсацією базової складової біоімпедансу на основі цифрових тримерів.

**У третьому розділі** «Експериментальний відбір електрореографічних сигналів» показано, що при проведенні експериментального дослідження було проведено відбір реографічних сигналів з допомогою реографа Р4-02, що являє собою реографічну приставку з чотирма реографічними каналами і рознесенням частот зонduючого струму по каналам.

Для запису використовувались смужкові електроди реографа, накладені за тетраполярною схемою. Накладення проводилося на кисті руки. Проводився запис контрольних реографічних сигналів.

Відібрані сигнали було завантажено в середовище Matlab та проведено їх фільтрацію із застосуванням функції низькочастотного фільтрування filter.

**У четвертому розділі** «Удосконалення методів опрацювання електрореографічних сигналів» запропоновано алгоритми придушення дихальної завади в реографічному сигналі на основі фільтрації в частотній області, вейвлет- та сплайн-апроксимації. Результати тестування алгоритмів засвідчили, що перші два методи дещо переважаючи в якості поступаються сплайн-апроксимації з точки зору оперативності та простоти функціонування.

**У п'ятому розділі** «Спеціальна частина» описано методику проведення медико-біологічних досліджень та проведено обґрунтування вибору УДК напряму наукового дослідження.

**У шостому розділі** «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 56299,19 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 питання електротравматизму, законодавчі та нормативні акти з безпеки життєдіяльності в надзвичайних ситуаціях, засоби індивідуального захисту.

**У восьмому розділі** «Екологія» розглянуто питання актуальності охорони навколишнього середовища, вплив промислових електромагнітних полів на біосферу, вплив електромагнітних випромінювань на організм людини, нормування і контроль рівнів випромінювань.

## ВИСНОВКИ

Проведено огляд літературних джерел за тематикою дослідження та обґрунтовано актуальність задачі удосконалення методів опрацювання електрореографічних сигналів в цифрових реографах.

Досліджено модель реографічного каналу з обробленням сигналу за алгоритмом сигма-дельта АЦП. Простота вимірювального каналу і висока завадостійкість є визначальними для побудови портативних реографічних пристроїв.

Розроблено нову структуру реографічного каналу, яка реалізує цифровий алгоритм фазоквадратурного розділення в логарифмічній системі. Властива алгоритму ФКР висока завадостійкість і цифрова його реалізація забезпечують стабільність характеристики перетворення.

Розроблено та досліджено методи придушення дихальної завади в реосигналі, що покращує сприйняття та аналіз реограм. Аналіз спектру реограми дозволяє

розділити частоти корисного сигналу та завади і в частотній області здійснити фільтрацію коефіцієнтів дискретного косинусного перетворення реограми. Вейвлет та сплайн апроксимація дихальної завади здійснює оцінку на підставі вибору рівня декомпозиції або зміщення ключових точок сигналу. Відзначено доцільні випадки застосування розроблених методів.

## **ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ**

1. Генгало, В.Р. Математичне моделювання електроміографічного сигналу для задачі діагностики стану скелетних м'язів / М.І. Кирилів, В.Р. Генгало, В.А. Онищук // Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 28-29 листопада 2018 року. – Т2.: ТНТУ, 2018. – С. 71

## **АНОТАЦІЯ**

Генгало В.Р. Удосконалення методу опрацювання електрореографічних сигналів в цифрових реографах. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університети імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

Кваліфікаційну роботу магістра присвячено удосконаленню методу опрацювання електрореографічних сигналів в цифрових реографах. Запропоновано спосіб придушення дихальної завади в реографічному сигналі, що базуються на використанні частотної, вейвлет- та сплайн- апроксимації. Показано високу ефективність запропонованого способу.

Ключові слова: реографія, імпеданс, дихальна завада.

## **ANNOTATION**

Gengalo V.R. Improvement of the rheographic signals processing method in the digital reographers. - The manuscript. Master's Qualifying Work, Ivan Puluj Ternopil National Technical University, Ternopil, 2018.

Qualification work is devoted to the improvement of the method of processing electrorheographic signals in digital rheographs. A method of suppressing respiratory disturbance in a rheographic signal based on the use of frequency, wavelet and spline approximation is proposed. The high efficiency of the proposed method is shown.

Key words: rheography, impedance, respiratory disturbance.