

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

ГУРАЛЬНИЙ ІГОР ОЛЕГОВИЧ

УДК 519.23:612.3

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОГАСТРОСИГНАЛІВ
ДЛЯ ЗАДАЧІ ДІАГНОСТУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ
ШЛУНКУ ЛЮДИНИ**

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,
доцент кафедри біотехнічних систем
Хвостівський Микола Орестович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук,
завідувач кафедри радіотехнічних систем
Дунець Василь Любомирович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 22 лютого 2017 р. о 10⁰⁰ 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. Аналіз даних медичної наукової літератури свідчить про невинне зростання захворювань травної системи [Т.П.Денисова, В.А. Шульдяков, Л.А. Тюльтяева, Ю. В. Черненко, Л.Н. Алипова, Л.А. Саджая], що спонукає медиків сконцентрувати зусилля на удосконаленні методів діагностики. Зокрема, насторожує значна поширеність порушень моторики шлунку людини, які супроводжують чисельну групу захворювань гастродуоденальної зони, біліарної системи, кишківника [О.Н.Минушкин, Л.В.Масловский, Н. Ю. Аникина, И.Д.Лоранская, И.Н.Кабанова, В.В.Вишневская], а також створюють суттєвий дискомфорт у пацієнтів з функціональною диспепсією, синдромом подразненого кишківника та після оперативних втручань на органах травлення [В.Т.Ивашкин, А.С.Трухманов, И.В.Маев, В.С.Савельев, М.С.Магомедов, В.И.Ревякин, П.А.Кириенко, А.В.Миронов, В.А.Петухов]. Тому, дана патологія створює суттєву медико-соціальну проблему і потребує удосконалення методів діагностики порушень моторної функції шлунку людини. До складу діагностичних методів моторики шлунку людини відносять: езофагогастродуоденоскопію, балонну кімографію, внутрішлунковий гама-лічильник, антродуоденальну манометрію, ультразвукове дослідження. Проте, незважаючи на їхню інформативність, вони володіють і рядом недоліків, зокрема: інвазивністю, трудомісткістю, шкідливим впливом Х-променів, ультразвукових хвиль, недостатньою інформативністю [Ю.А.Банникова]. В останні роки увагу лікарів, в плані дослідження моторики органів травлення, привертає неінвазивний та інформативний метод як електрогастрографія (А.І.Кузін, В.Н.Биряльцев, А.В.Бердников, В.А.Филиппов, М.А.Собакин, А.П.Гречишкіна, Б.А.С.Белоусов, Д.М.Красильнікова, А.П.Мухина, В.Г.Ребров та інші), який базується на реєстрації біопенціалів шлунку людини у вигляді електрогастросигналу (ЕГС).

Ефективність діагностики моторики шлунку людини методом електрогастрографії залежить від виду математичної моделі ЕГС, яка і визначає методи його аналізу для виявлення інформативно-діагностичних ознак як індикаторів стану моторики шлунку.

З літературних джерел відомо, що в комп'ютерних автоматизованих електрогастрографічних системах програмне забезпечення базується на методах аналізу досліджуваних ЕГС, які розробляються на основі математичних моделей. Найпростіші методи аналізу ЕГС ґрунтуються на дослідженні амплітудно-часових характеристик екстремальних точок (максимумів і мінімумів). За математичну модель в такому випадку використано детерміновану функцію. Зважаючи на те, що ЕГС за своєю природою має випадковий характер, побудова його математичної моделі повинна ґрунтуватися на стохастичному підході. У випадку стохастичного підходу, використовують часткові математичні моделі, а саме: адитивну, мультиплікативну та адитивно- мультиплікативну як поєднання детермінованої періодичної функції та стаціонарного в широкому розумінні випадкового процесу, проте ці моделі не дають змогу описати коливання у часі, що є суттєвим при дослідженні фазово-часової структури ЕГС з метою виявлення прояву змін у моториці шлунку людини.

Тому удосконалення відомих методів аналізу ЕГС на базі його адекватної математичної моделі є актуальною науковою задачею, що дасть змогу розробити програмне забезпечення як складову одиницю комп'ютерних автоматизованих електрогастрографічних систем для діагностування функціонального стану моторики шлунку людини

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є удосконалення методів аналізу електрогастросигналів для задачі діагностування функціонального стану шлунку людини.

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналіз відомих методів аналізу електрогастросигналу для обґрунтування напрямку наукового дослідження.
2. Обґрунтувати структуру математичної моделі електрогастросигналу, яка враховує у своїй структурі поєднання властивостей періодичності із випадковістю для розв'язання задач виявлення своєчасних змін у моториці шлунку людини.
3. Розробити метод аналізу електрогастросигналу на базі адекватної математичної моделі з метою отримання нових інформативних ознак.
4. Розробити програмного забезпечення як складову одиницю для комп'ютерних автоматизованих електрогастрографічних систем.
5. Провести експериментальні дослідження над електрогастросигналами.

Об'єкт дослідження: процес аналізу електрогастросигналу для задачі діагностування функціонального стану шлунку людини.

Предмет дослідження: математична модель електрогастросигналу.

Методи дослідження побудовано на базі енергетичної теорії стохастичних сигналів (ЕТСС), зокрема подання періодично корельованого випадкового процесу для обґрунтування математичної моделі електрогастросигналу і методів оцінювання його параметрів. Для програмної реалізації алгоритмів аналізу використано пакет прикладних програм MATLAB.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Вперше обґрунтовано математичну модель електрогастросигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу, що розширило інформативність результатів його аналізу.

2. Удосконалено відомі методи аналізу електрогастросигналу шляхом застосування компонентного методу до аналізу електрогастросигналу як періодично корельованого випадкового процесу, що уможливило розширити діагностику функціонального стану шлунку людини шляхом впровадження в гастроентерологію нового класу інформативних характеристик – кореляційні компоненти.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що розроблена комп'ютерна програма аналізу електрогастросигналу придатна для використання у складі комп'ютерних автоматизованих електрогастрографічних систем, які експлуатуються в лікувальних установах.

Апробація. Викладені в дипломній роботі результати доповідалися і обговорювалися на X Всеукраїнській студентській науково-технічній конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“ (25-26 квітня 2017 року).

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 107 сторінках, списку використаних джерел з 46 назв на 5 сторінках, додатків на 16 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 128 сторінки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі шляхом аналізу відомих методів аналізу електрогастросигналів 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 конференції.

У першому розділі «**ЕЛЕКТРОГАСТРОГРАФІЯ ТА ЕЛЕКТРОГАСТРОСИГНАЛ**» проаналізовано наукові праці різних авторів, присвячені досліджуваній проблематиці.

Подано основи електрогастроентерографії, основні принципи реєстрації електрогастросигналів, а також виділено загальні принципи аналізу електрогастросигналів, методи спектрального та Вайвлет аналізу. З приведених вище матеріалу, можна виділити один факт про те, що на сьогодні усі методи аналізу електрогастросигналів базуються на математичній моделі у вигляді стаціонарного випадкового процесу. Проте ця модель є хибною, тому що електрогастросигнал характеризується певною повторюваністю та випадковістю, що свідчить про наявність нестационарності процесу. Тому розроблення нової математичної моделі і на її основі нового методу аналізу (процедура удосконалення відомих методів аналізу), яка мала змогу враховувати у своїй структурі нестационарність електрогастросигналу є актуальною задачею.

У другому розділі «**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОГАСТРОСИГНАЛУ**» згідно аналізу властивостей характеристик електрогастросигналу та описаних властивостей періодично корельованих випадкових процесів впливає, що математична модель процесу такого класу дає змогу адекватно описати сигнал, а саме врахувати поєднання випадковості та періодичності сигналу, а тому і розробити методи визначення інваріантних інформаційних ознак електрогастросигналу виходячи із статистики таких сигналів для задач ранньої діагностики.

У третьому розділі «**МЕТОД АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОГАСТРОСИГНАЛУ**» В описано структурну схему реєстратора електрогастросигналу та аналізу його. Проаналізовано синфазний та компонентний методи, на базі чого вибрано компонентного метод аналізу електрогастросигналу як періодично корельованого випадкового процесу, вибір якого обґрунтовується меншою кількістю умов щодо вибору кількості компонент і операцій, які необхідні для його реалізації. Ґрунтуючись на операціях, які є складовими при реалізації компонентного методу аналізу сигналу із дискретним часом, розроблено блок-схему аналізу електрогастросигналу компонентним методом для задач діагностування функціонального стану шлунку людини.

У четвертому розділі «**ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОГАСТРОСИГНАЛУ**» Розроблений метод

аналізу математичної моделі електрогастросигналів як періодично корельованого випадкового процесу, яка враховує властивості випадковості із повторністю, що є властивим для даного типу сигналів. За допомогою програмного забезпечення Matlab і інтегрованої утиліти GUIDE розроблено програму (рис.1) для автоматизованого аналізу електрогастросигналів із графічним інтерфейсом користувача, за допомогою якого можна проаналізувати сигнал, зокрема компонентним методом, з метою виявлення функціональних змін у стані шлунку людини (норма чи патологія).

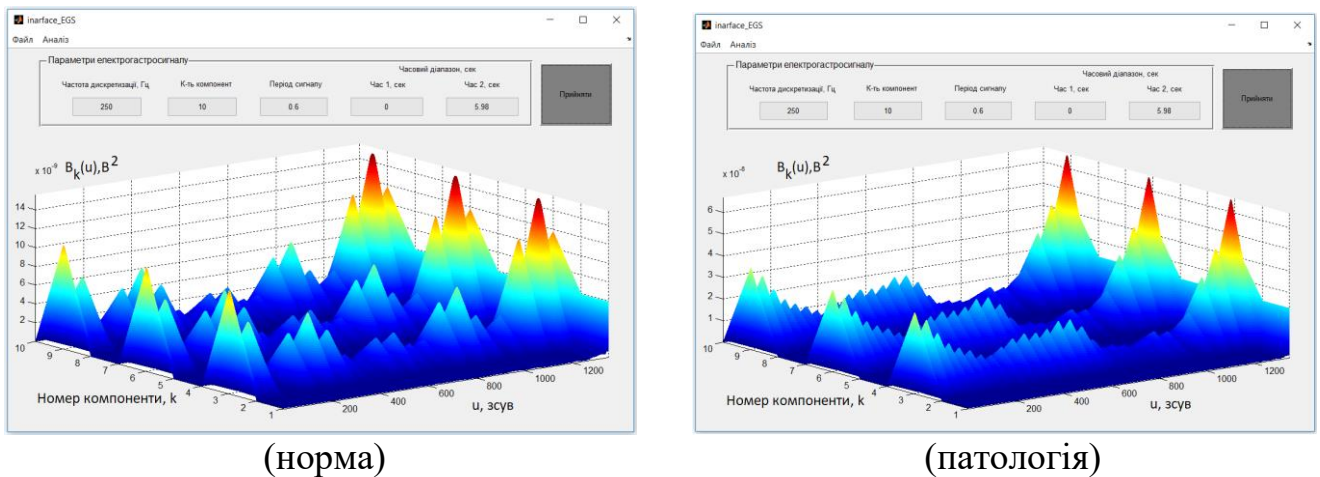


Рис.1. Результати компонентного методу аналізу електрогастросигналів

У п'ятому розділі «СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА» описано метрологічне забезпечення медико-біологічних досліджень, яке проводиться за допомогою комп'ютерних автоматизованих електрогастрографічних систем та проведено обґрунтування вибору Matlab як програмного забезпечення для розв'язання наукової задачі, а саме є компонентного аналізу електрогастросигналу на базі моделі у вигляді періодично корельованого випадкового процесу.

У шостому розділі «ОБґРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 58386,70 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,717 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» сформульовані рекомендації по охорони праці з питань електробезпеки обслуговуючого персоналу при експлуатації електрогастрографічної системи, буде забезпечено безпечні умови праці при експлуатації блоку і тим самим мінімізовано ризик ушкодження персоналу та пацієнта електричним струмом. Також проаналізовано оптимальні комфортні умови у виробничих приміщеннях по виготовленню електрогастрографічної системи.

У восьмому розділі «ЕКОЛОГІЯ» встановлено, що при проведенні виробничих процесів монтажу і складання електрогастрографічної системи застосовано технологічні методи і засоби, які створюють мінімальний вплив на навколишнє середовище

У додатках наведено тексти програм, розроблені для ПК (ОС Windows).

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розв'язано актуальну наукову задачу удосконалення методів аналізу електрогастросигналів для задачі діагностування функціонального стану шлунку людини.

При цьому отримано такі результати:

1. У результаті проведеного порівняльного аналізу відомих математичних моделей та методів аналізу електрогастросигналу сформульовано основні вимоги щодо побудови нової математичної моделі та на її основі методу аналізу, які уможливають врахування поєднання властивостей періодичності із випадковістю та можливість застосування для задач оперативного виявлення змін у функціонуванні шлунку людини на ранніх стадіях його захворювання.

2. Обґрунтовано модель електрогастросигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу, яка, на відміну від відомих, врахує у своїй структурі поєднання періодичності із випадковістю, що дає змогу визначення характеристик моделі за результатами експерименту.

3. Розроблено метод статистичного аналізу електрогастросигналу шлункового тракту людини, з використанням формалізованої і автоматизованої процедури, які дають змогу оцінити стан шлункового тракту на ранній стадії його захворювання.

4. Установлено, що отримані значення кореляційних компонент є характеристиками інформативно-інваріантних ознак електрогастросигналу та характеризують функціональний стан шлунку людини.

5. Розроблено комп'ютерну програму компонентного аналізу електрогастросигналу, яка придатна для використання як складової частини спеціалізованого програмного забезпечення для автоматизованих електрогастрографічних систем діагностики стану шлунку людини.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Гуральний І. Розвиток методів аналізу електрогастросигналів в задачі діагностування функціонального стану шлунку людини / Гуральний І. // Збірник тез Х Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, 25-26 квітня 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — Том 1. — С. 251–252. — (Секція: Радіоелектронні біотехнічні системи).

АНОТАЦІЯ

Гуральний Ігор Олегович. Удосконалення методів аналізу електрогастросигналів для задачі діагностування функціонального стану шлунку людини. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія», Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

Дипломну роботу присвячено розроблені математичної моделі електрогастросигналу та удосконаленню методів його аналізу. Обґрунтовано застосування періодично корельованого випадкового процесу як математичної моделі електрогастросигналу, яка має низку переваг, зокрема, враховує повторність та випадковість досліджуваного сигналу. На базі обґрунтованої математичної моделі удосконалено метод аналізу електрогастросигналу, який дає змогу оцінити функціональний стан шлунку людини. Установлено, що отримані кореляційні компоненти є характеристиками інформативних ознак електрогастросигналу і відповідають функціональному стану моторики шлунку людини.

Розроблено програмне забезпечення в середовищі Matlab з метою автоматизації процесу аналізу електрогастросигналу як періодично корельованого випадкового процесу компонентним методом.

Ключові слова: Електрогастросигнал, шлунок людини, діагностика, математична модель, періодично корельований випадковий процес, аналізу, компонентний метод, автоматизована система.

ANNOTATION

Guralnyy Ihor. Improvement of the methods of analysis of electrogastro signals for the task of diagnosing the functional state of the human stomach. – Manuscript.

Master's diplom work on specialty 163 «Biomedical Engineering», Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2018.

The diplom work is devoted to the developed mathematical model of the electrogastro signal and to the improvement of the methods of its analysis. The use of a periodically correlated random process as a mathematical model of the electrostatic signal, which has a number of advantages, in particular, takes into account the repetition and randomness of the investigated signal, is substantiated. On the basis of a substantiated mathematical model, the method of analysis of the electrogastro signal has been improved, which enables to evaluate the functional state of the human stomach. It is established that the obtained correlation components are characteristics of the informative signs of the electric tachograph signal and correspond to the functional state of human stomach motility.

Software was developed in the Matlab environment for the purpose of automation of the process of analysis of the electrostatic signal as a periodically correlated random process by a component method.

Key words: Electrogastro signal, human stomach, diagnostics, mathematical model, periodically correlated random process, analysis, component method, automated system.