

Розробка неруйнуючих томографічних засобів для визначення комплексних імпедансних та структурних параметрів просторово розвинених не взаємних об'єктів.

Разработка неразрушающих томографических средств для определения комплексных импедансных та структурных параметров пространственно развитых не взаимных объектов.

Development of an undestructing tomographic means for complex impedance and structural parameters of spatially spaced nonmutual objects definition.

1. Номер державної реєстрації теми - 0110U002212

2. Науковий керівник - д.т.н., проф. Шарпан О.Б., Шарпан О.Б., Sharpan Oleg B.

3. Суть розробки, основні результати.

(укр.)

Розроблено методологію створення і використання томографічних систем щодо нових можливостей швидкого неруйнівного визначення внутрішнього змісту та поточного стану просторово-розвинених не взаємних об'єктів (промислових, природничих, живих) за просторовим розподілом комплексного електричного імпедансу (або електропровідності) всередині об'єкту. Створено і досліджено макетний зразок вимірювача всіх параметрів (модуля, активної і реактивної складових) комплексного електричного біоімпедансу, який забезпечує швидке вимірювання параметрів біоімпедансу у підвищеному частотному діапазоні. Створено і досліджено макетний зразок багатоканальної системи неруйнуючого зондування та реєстрації сигналів-реакцій біоімпедансного томографа, яка працює у розширеному частотному діапазоні. Розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення імпедансного томографа, яке на основі моделювання об'єктів з використанням скінченних елементів забезпечує розв'язок прямої і оберненої задач імпедансної томографії методами теорії кіл та електродинаміки. Розроблено методи і алгоритми реставрації реконструйованих образів. Розроблено методики визначення всіх (модуля, активної, реактивної) складових комплексного біоімпедансу у розширеній смузі частот. Розроблено моделі біооб'єктів стосовно біоімпедансометрії і біоімпедансної томографії, на основі яких досліджено розподіл частотних та часових характеристик біооб'єктів, отримано діагностичні критерії визначення їх внутрішньої структури і поточного стану. Сформульовано науково-методичні засади діагностики стану об'єктів в статичному та динамічному режимах.

(рос.)

Разработаны методологические и технические основы для определения с помощью вычисления пространственного распределения комплексного электрического импеданса внутреннего состава и состояния рассредоточенных в пространстве не взаимных объектов. Разработаны новые методы диагностики и концепции построения систем на их основе.

(англ.)

Methodological and engineering bases for definition internal structure and condition of nonreciprocal spatially distributed objects or their parts by means of an evaluation of a directional distribution of complex electric impedance are developed. New methods of diagnostic and the concept of construction of systems on their basis are developed.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

- Отримано патент UA60402U Україна, МПК¹¹ А 61 В 5/00, А 61 В 5/0295. Спосіб вимірювання рівня біосигналів / В. С. Мосійчук, О. Б. Шарпан ; заявник НТУУ „КПІ”. – № U201007699 ; заявл. 18.06.10 ; опубл. 25.06.11, Бюл. № 12. – 5 с.
- Подана заявка на патент Заявка пат. А201007698 Україна, МПК¹⁰ А 61 В 5/00. Спосіб вимірювання рівня біосигналів / В. С. Мосійчук, О. Б. Шарпан ; заявник НТУУ „КПІ”. – заявл. 18.06.10.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Науково-технічний рівень виконаної роботи відповідає світовому рівню розробок у напрямку імпедансометрії і імпедансної діагностики. Результати апробації розроблених засобів біоімпедансометрії показали надійність, простоту в користуванні приладів і нові можливості для об'єктивної оцінки стану тканин організму з точки зору ступеню їх гідратації та водно-сольового обміну, що має суттєве значення для медико-біологічних наукових і клінічних досліджень при різних видах патології.

6. Економічна привабливість для просування на ринок

Розроблені теорія і практика імпедансометрії і імпедансної томографії дають можливість вирішувати завдання природничого, екологічного, біологічного і медичного моніторингу і замінити прямі руйнівні (інвазивні) та непрямі (проте складні і дороги за ціною) методи діагностики.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).

Науково-дослідні заклади медичного профілю та лікувальні заклади МОЗ України, заклади фізичної культури і спорту, заклади природничого, екологічного і технічного моніторингу структури і стану електропровідних об'єктів і діелектричних об'єктів із втратами.

8. Стан готовності розробки.

Розробленого макетний зразок імпедансометра TOP-KI-1. Розроблено макет пристрою багатоканального зондування об'єктів та вимірювання комплексних напруг (комплексних передаточних опорів) електроімпедансного томографа. Розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення для реконструювання і візуалізації внутрішніх структур електропровідних об'єктів і діелектричних об'єктів із втратами (з використанням а) методів електродинаміки; б) теорії кіл) за результатами вимірювань амплітудних і фазових параметрів зондувальних струмів і розподілу потенціалів на зовнішньому контурі об'єктів.

9. Існуючі результати впровадження.

Результати роботи впроваджено в навчальний процес при викладанні дисциплін "Радіоелектронні медичні системи і комплекси" (розділи „Пристрої для визначення параметрів біологічних тканин та органів як електричних провідників”, „Імпедансна томографія”), „Мікро і наносенсори” (розділ „Сенсори для медичної діагностики”), „Інтроскопія біооб'єктів та методи відображення інформації” (розділ „Електроімпедансна томографія”), „Цифрове оброблення зображень” (розділ „Реконструкція образів з проєкцій”), „Системи відображення інформації” (розділ „Томографія технічних та біологічних об'єктів”), „Мікропроцесорне керування електронної апаратури” (розділ „Багатоканальні автоматизовані системи імпедансної томографії”) та під час підготовки дисертаційних, курсових, дипломних і магістерських робіт.

За результатами роботи підготовлена кандидатська дисертація на тему: „Мультисигнальна цифрова реєстрація і оброблення параметрів пульсової хвилі”, (подана на захист у наукову раду Д 26.002.19, захист заплановано на 15 грудня 2011 р.), готується докторська дисертація на тему: „Теоретичні основи, методи та засоби визначення структури, складу і стану просторово розвинених діелектричних об'єктів із втратами” (орієнтовний термін захисту 2013 р.), та готуються чотири кандидатських дисертації за напрямками: „Багатоканальна зондувально-вимірювальна система імпедансного томографа”, „Електродинамічний підхід до розв'язку завдань візуалізації в електроімпедансній та мікрохвильовій томографії”, „Реконструкція томографічних образів в імпедансній томографії”, „Система біоімпедансометрії на основі широкопasmової амплітудної і фазової спектрометрії”.

Технологію діагностики і розробленого макетного зразка імпедансометра TOP-KI-1 проведено в інституті фізіології ім. О.О. Богомольця НАНУ, провадиться апробація розробленого макету пристрою багатоканального зондування об'єктів та вимірювання комплексних напруг (комплексних передаточних опорів) електроімпедансного томографа на фантомах біологічних органів.

10. Назва організації, телефон, E-mail

НТУУ"КПІ", радіотехнічний факультет, кафедра теоретичних основ радіотехніки і кафедра радіоприймання і оброблення сигналів, (044) 454-93-29, 406-83-42, e-mail: sharpan@tor.kpi.ua

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Шарпан О.Б. Розробка методів та засобів амплітудних і фазових вимірювань для завдань діагностики стану технічних і біологічних об'єктів//Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Серія радіотехніка і радіоапаратобудування. РТФ-80. Ювілейний випуск. – 2010. – Вип. 43. – С. 101-114.
2. Шарпан О.Б. Особливості амплітудних і фазових вимірювань в завданнях діагностики стану просторово розвинених об'єктів//Вісник Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". Серія радіотехніка і радіоапаратобудування. – 2010. – Вип. 43. – С. 98-119.
3. Мосійчук В. С., Шарпан О. Б. Підвищення точності цифрового первинного перетворення, заснованого на визначенні тривалостей релаксаційних процесів // *Электроника и связь*. – 2010. – №3. – С. 116–118
4. Шарпан О. Б. Мосійчук В. С. Оптоелектронний сенсор з цифровим інтерфейсом для задач фотоплетизмографії // *Опτικο-електронні інформаційно-енергетичні технології*. – 2011. – №1. – С. 143–159.
5. Мосійчук В.С., Шарпан О.Б. Метод цифрової релаксаційної пульсометрії// Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах.– 2011. – № 1. – С. 181-185
6. Гусева О.В. Спрощена модель досліджуваного об'єкту для завдань електроімпедансної томографії //Вісник Житомирського державного технологічного університету. Технічні науки. – 2011. – №56. – С.
7. Mosiychuk V. Sharpan O. Method of Primary Signal Normalization for Digital Sensor Platform // *TCSET-2010 Modern problems of radio engineering, telecommunication and computer science : the X International Conference, February 23–27, 2010 / Lviv Politechnic National University – Lviv-Slavske, 2010. – P. 345.*
8. Горб М.С., Гусева О.В. Власні хвилі в неоднорідному за перерізом відкритому циліндричному діелектричному хвилеводі//Вісник НТУУ "КПІ", сер. радіотехніки і радіоапаратобудування. – 2011. – №46. –С.13-21.
9. Рибіна І.О. Рибін О.І, Шарпан О.Б. Обчислення похідних від передаточного опору по поверхневій провідності кінцевих елементів при розв'язанні зворотної задачі імпедансної томографії методом зон провідностей // Вісник НТУУ "КПІ". Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2011.—№ 44.—С. 16—28.
10. Рибіна І.О., Рибін О.І., Шарпан О.Б.. Розв'язання зворотної задачі імпедансної томографії методами зон провідностей та зворотної проекції// Вісник НТУУ "КПІ". Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2011.—№ 45.—С. 33—45.
11. Рыбин А.И., Нижебецкая Ю.Х. Анализ подобия и различия образов с использованием нормального ортогонального преобразования // *Радиоэлектроника* — 2010.— №3.— С. 58 — 64 (Изв. вузов).
12. Рибін О.І. , Ніжебецька Ю.Х., Наталенко С.С. Властивості перетворення RTF // *Радіоелектроніка. Інформатика.Управління*.–2010.–№1(20).–С.93—97.
13. Рибін О.І., Ніжебецька Ю.Х. Погоджена фільтрація: класичний лінійний та нормальний фільтри // Вісник НТУУ "КПІ". Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування.— 2010.— №41.— С.5 — 12.
14. Рибін О.І., Кузьменко О.М. Погоджена фільтрація шуканого сигналу з пачки детермінованих сигналів різної форми // Вісник НТУУ "КПІ" . Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування.— 2010.— №41.— С.29 — 33.

15. Рибін О.І., Рибіна І.О., Ніжебецька Ю.Х. Порівняння методів нормальної фільтрації та ортогонального розкладу кореляційної матриці // Вісник НТУУ "КПІ". Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування .— 2010.— №42.— С.5 — 11.
16. Рыбин А.И. , Нижегородская Ю.Х., Кузьменко О.Н., Рыбина И.А. Анализ подобия и различия образов. Модифицированный метод классификации на базе корреляционной матрицы // Радиотехника — 2010.— №11.— С. 29 — 37 (Изв. вузов).
17. Гайдаєнко Є.В., Мовчанюк А.В., Рибін О.І. Розроблення та макетування імпедансного томографа для вимірювання розподілення комплексних опорів // Вісник НТУУ "КПІ". Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування .— 2011.— №44.— С.148 — 157.
18. Рибіна І.О. Моделювання кінцевого елемента для об'ємного фантома в імпедансній томографії // Вісник НТУУ "КПІ". Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування .— 2011.— №46.— С.33 — 45.
19. Рибіна І. О., Гайдаєнко Є. В. Моделювання кінцевого елемента в імпедансній томографії // Вісник НТУУ "КПІ". Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування. — 2010.— № 41. — С. 19 – 24 .
20. Рибіна І. О., Кузьменко О. М., Ніжебецька Ю. Х., Вівчарик О.Я. Аналіз подібності і розбіжності реакції лінійної системи до еталонного сигналу за допомогою нормального перетворення // Вісник НТУУ "КПІ". Сер. Радіотехніка . Радіоапаратобудування . – 2010 .— № 41.– С. 25 – 29.
21. Рибіна І.О. Метод променів провідностей та моделювання фантома в імпедансній томографії //Вісник ЖДТУ.– 2010. – № 2(53). – С.160 —161.
22. Рыбина И.А. Решение прямой задачи импедансной томографии методами теории цепей // Вісник НТУУ "КПІ". Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2010. — №43. —С.4—13.
23. Рибіна І.О. , Вівчарик , Якубенко О.А. Аналіз лінійних систем з використанням кратних перетворень шляхом розкладу реакції системи в ряд Тейлора // Вісник НТУУ "КПІ". Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2011.—№44.—С.37—48.
24. Рибін О.І. , Іванюк Н.О. Реставрація образів за методом умовної деконволюції в області трансформант перетворення Адамара // Вісник НТУУ "КПІ". Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування .— 2011.— №46.— С.33 — 42.

Доповіді на конференціях

1. Mosiychuk V., Sharpan O. Method of Primary Signal Normalization for Digital Sensor Platform // TCSET-2010 Modern problems of radio engineering, telecommunication and computer science : the X International Conference , February 23–27, 2010 / Lviv Politechnic National University – Lviv-Slavske, 2010.
2. Мосійчук В. С. , Шарпан О. Б. Підвищення завадостійкості цифрового первинного перетворення, заснованого на накопиченні енергії біосигналів //XXX міжнародна науково-технічна конференція "Електроніка и нанотехнологии", 2010.
3. Rybina I., Nizhebetska Y. Authentication of person with dynamically entered signature using of normal orthogonal discrete transformation // Modern problems of radio engineering, telecommunications and computer science. Proceedings of the Xth International Conference TCSEET'2010. – February 23-27, 2010, Lviv – Slavske, Ukraine.
4. Гусєва О.В., Горб М.С. Власні хвилі в неоднорідному діелектричному хвилеводі // I Міжнародна наукова конференція "Вимірювання, контроль та діагностика в технічних системах" (ВКДТС-2011), Вінниця, 18-20 жовтня 2011 р.
5. Горб М.С. (науковий керівник Гусєва О.В.) Власні хвилі в неоднорідному за перерізом відкритому циліндричному діелектричному хвилеводі // Науково-технічна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених радіотехнічного факультету НТУУ "КПІ" "Радіоелектроніка в XXI сторіччі", квітень 2011 р.

Результати роботи доповідались на семінар "Співпраця заради здоров'я людей" у НТУУ "КПІ", 10 березня 2011 р. під час зустрічі з делегацією Національного інституту серцево-судинної хірургії ім. М.Амосова на чолі з директором – академіком НАН і АМН України, АМН

Росії, Героєм України Геннадієм Васильовичем Книшовим. Був представлений виставочний стенд "Швидкодіючі засоби визначення частотних залежностей параметрів комплексного електричного імпедансу" та зроблена доповідь "Методи біоімпедансної комп'ютерної томографії" (доповідач Шарпан О.Б.) // <http://kpi.ua/11-03-10>.