

ВІДГУК

офіційного опонента професора кафедри «Комп'ютерна математика та аналіз даних» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», доктора технічних наук, професора Піротті Євгена Леонідовича на дисертацію Огородника Ігоря Миколайовича "Біотехнічна система для неінвазивного діагностування та корекції функціонального стану людини", подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи до спеціалізованої вченої ради Д 64.832.01 Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка

Актуальність теми дисертаційної роботи. Останнім часом збільшується кількість людей, які в умовах несприятливих екологічних умов середовища та стресогенних факторів потерпають від порушення внутрішнього енергетичного балансу. Це веде за собою погіршення саморегуляції та ослаблення захисних функцій організму, що сприяє розвитку хвороб різної етіології. Внаслідок цього, важливого значення набувають методи швидкого неінвазивного діагностування людей та відновлення їх функціонального стану з використанням швидкодіючих і ефективних систем мікрохвильового впливу. При цьому також слід врахувати зростання ролі інформаційних технологій в організації медичного обслуговування населення, особливо тих, що проживають на віддалених і важкодоступних територіях.

Систематичний контроль стану здоров'я людини стає необхідною умовою підвищення якості її життя, а вдосконалення цього контролю – одним з найважливіших завдань біомедичної науки і передової практики.

Завдання, пов'язані з розробкою нових методів і засобів оперативного виявлення різноманітних захворювань, вимагають розробки принципово нових методів та апаратури саме неінвазивної діагностики та корекції стану людини.

Як виявлено дослідженнями, кінетика біологічних процесів супроводжується електромагнітними випромінюваннями в міліметровому діапазоні хвиль. Але при цьому слід відзначити, що вплив на ці процеси здійснюють у різній мірі не тільки міліметрові, але й дециметрові випромінювання. Дослідження зі створення радіоелектронної апаратури для дистанційного вимірювання власного електромагнітного випромінювання біологічних об'єктів та впливу на нього показали, що вони не завжди відповідають вимогам, які стоять перед цією апаратурою.

Із сказаного ясна актуальність теми дисертаційної роботи, в якій вирішується задача побудови біотехнічних систем для неінвазивного

діагностування та корекції функціонально-фізіологічного стану людини мікрохвильовим впливом.

Представлена робота є складовою частиною досліджень при виконанні бюджетних наукових програм і тем Харківського національного аерокосмічного університету імені М.Є. Жуковського «ХАІ» - «Розробка технологій обробки багатоканальної інформації у радіоелектронних та біомедичних системах» № ДР 0118 У 4003823, 1.01.2018 - 31.12.2020. Спрямованість роботи відповідає існуючим державним програмам розвитку науки, промисловості та охорони здоров'я.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій. Всі положення і висновки дисертації вважаю цілком обґрунтованими. Для вирішення поставленої задачі були використані методи математичного та структурного моделювання, методи спрямованого структурного синтезу, методи параметризації структур та конкретизації параметрів, експериментального дослідження зразків біотехнічної системи та апаратного комплексу по показникам функціональності, точності діагностичних вимірів, тривалості діагностично-оздоровчого циклу та ефективності.. Вони підтверджені результатами наукового впровадження в: Міжнародній Академії наук і інноваційних технологій (Україна) при розробці систем автоматизованого проектування діагностично-лікувальних комплексів (акт №17 від 05.09.2019р.); Реабілітаційно-оздоровчому центрі «Centrum Aurana» (Польща) для використання в діагностичних та оздоровчих послугах (довідка №3 від 15.09.2019 р.); приватних клініках «Health Secrets», «Gabinet Biorezonansu Dr Iwona Wysokowska» (Польща), та інших приватних медичних установах. Наукові розробки також прийняті для подальшої клінічної апробації у ООО ПНЛФ «Фенікс» (Україна), акт від 13.02.2020р.

Достовірність одержаних результатів підтверджується актами впровадження матеріалів дисертації. Слід відзначити, що ці результати не входять у протиріччя з існуючими даними, які одержані іншими дослідниками.

Наукова новизна досліджень і одержаних результатів. В дисертаційній роботі розв'язано низку задач, що пов'язані з подальшим впровадженням електромагнітних технологій на основі низькоенергетичного електромагнітного випромінювання НВЧ діапазону, які використовують явища зміни фізичних параметрів біологічних об'єктів під впливом інформаційних маркерів та мікрохвильового впливу, які забезпечують підвищення ефективності біотехнічної системи для неінвазивного діагностування та мікрохвильової корекції функціонального стану цих об'єктів.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що в даній роботі:

– вперше, на основі використання інформаційних інваріантів, запропоновано метод і моделі для визначення структур і параметрів біотехнічних діагностично-оздоровчих систем;

– вперше синтезовано апаратний комплекс біотехнічної системи, який дозволяє, при заданому рівні достовірності, забезпечити розширені функціональні можливості за рахунок вибору параметрів ефективного мікрохвильового впливу на організм в дециметровому діапазоні частот (від 500 МГц до 3 ГГц), робота в якому скорочує термін самовідновлення стану біосистеми до 5–10 днів замість кількох місяців.

– вперше експериментально встановлено закономірність зміни ефективності дії на біологічні об'єкти індивідуально визначених частот дециметрового діапазону;

– вдосконалено структурно-функціональні та структурно-елементні моделі біотехнічної системи для мікрохвильової корекції за рахунок врахування залежності структури від рівня технізації;

– отримали подальший розвиток конструкції елементного складу апаратного комплексу біотехнічної системи за рахунок збільшення функціональності її елементів (підсистем);

Значущість для науки і практики висновків і рекомендацій. Одержані дисертантом висновки та рекомендації дали можливість не тільки розробити науково-технічні основи для створення біотехнічного комплексу з універсальними можливостями, а й розробити наукову основу і створити радіометричну систему для дистанційного вимірювання та корекції електромагнітних випромінювань органів біологічного об'єкту.

Розроблено апаратний комплекс типу «Quanton» для неінвазивного діагностування та корекції функціонального стану біологічних об'єктів, що зменшує до 2-х разів тривалість процесів в умовах стаціонарних оздоровчих центрів та у побуті. Застосовано метод спрямованого синтезу вискоефективних біотехнічних діагностично-оздоровчих систем для забезпечення підвищеної функціональності, якості та прискорення процесу проектування апаратних комплексів.

Аналіз змісту дисертації

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, додатків і списку використаних джерел. Вона містить 217 сторінок, 34 рисунки, 24 таблиці, 6 додатків, список використаних джерел нараховує 165 найменувань на

17 сторінках. Основний текст викладено на 157 сторінках. Структура та об'єм дисертації відповідають вимогам МОН України.

У вступі обґрунтовується актуальність теми дисертації, формулюється наукова проблема, що розв'язується, розкривається сутність і стан цієї проблеми, висвітлюється зв'язок роботи з програмами, планами та темами НДР; формулюється мета та наукові задачі дослідження, розв'язання яких забезпечує досягнення поставленої мети; визначається наукова новизна та практичне значення одержаних результатів, а також особистий внесок здобувача в надрукованих роботах, подана інформація щодо апробації дисертаційних досліджень; наводиться перелік робіт, що надруковані за темами дисертації.

У першому розділі за даними опублікованих робіт проведено аналіз функціональних можливостей, технічного рівня та ефективності методів і засобів неінвазивного діагностування і мікрохвильової корекції функціонального стану біологічних об'єктів.

Показано, що вирішення актуальних завдань підвищення ефективності оздоровчої роботи серед населення значною мірою пов'язано з необхідністю створення багатофункціональних діагностично-оздоровчих комплексів, робота яких пов'язана з реалізацією інноваційних рішень.

Виявлено, що в даний час фундаментальні дослідження в області біомедичних наук забезпечують необхідні принципи і методи побудови біомедичних комплексів багатьох видів. Разом з тим вони не досить пристосовані для ефективного вирішення завдань оздоровлення внаслідок недостатньої функціональності і не реалізують можливі резерви підвищення їх швидкодії.

Для розробки і створення високоефективних діагностично-оздоровчих комплексів, необхідно розробити метод спрямованого синтезу відповідних технічних засобів з урахуванням фізичних принципів та способів підвищення швидкодії таких систем.

Зроблено висновок, що створення високоефективних діагностично-оздоровчих комплексів може вирішуватися як завдання комплексної оптимізації в межах всієї області можливих рішень по функціям, структурам і часу.

Показано, що створення комплексно оптимізованої діагностично-оздоровчої системи пов'язане з розробкою її ієрархічної моделі, конкретизованого методу її синтезу та оптимізації.

Розділ 2 присвячено розробці методу, структурно-функціональної, структурно-елементної та параметричної моделі для спрямованого синтезу біотехнічної системи для неінвазивного діагностування і мікрохвильової корекції функціонального стану біологічного об'єкту. Показано, що таким

методом є структурне і параметричне моделювання та пошук ефективного рішення з множини можливих рішень з врахуванням умов реалізації життєвого, ізохронного та поліхромного циклів техніки на основі комплексної структурно-параметричної оптимізації.

Зроблено висновок, що базовими моделями, які дозволяють встановити зв'язки між множиною суттєво впливаючих на рішення чинників, є моделі, що створюються на основі застосування інформаційних інваріантів.

Застосування інформаційних інваріантів для комплексного структурно-параметричного оптимізаційного синтезу діагностично-оздоровчого комплексу як складної системи дозволяє на кожному етапі формалізовано розробляти необхідні кластери моделей, які достатні для вирішення задач оптимізації.

Принциповою відмінністю розробленого загального підходу до алгоритмічного синтезу конкретизованих функцій та об'єктних структур комплексу є спрямоване формування та конкретизація структур комплексу і формалізована поетапна їх параметризація. Основним критерієм оптимізації в біотехнічних системах може бути показник ефективності – швидкодія – при задоволенні умов безпеки дії та достовірності отриманої інформації.

Побудована загальна класифікація систем, яка включає виділення сфери застосування, призначення, функції, принципів дії, технології, що реалізуються, та характеристики структур і параметрів. Показано, що загальний алгоритм вирішення задачі синтезу комплексно-оптимізованої діагностично-оздоровчої системи є ітеративним, при якому на першому етапі здійснюється соціально-гуманітарний синтез, на другому – науково-природничий синтез, а на послідовних – структурно-параметричний технічний синтез.

В розділі 3 розглянуто синтез оптимального по тривалості робочого циклу апаратного комплексу біотехнічної системи з розширеними функціональними можливостями, що використовує явища зміни фізичних параметрів біологічного об'єкту під впливом інформаційних маркерів та мікрохвильового впливу дециметрового діапазону для неінвазивного діагностування і корекції функціонального стану біосистеми. Показано, що таким вимогам відповідає комплекс «Quanton», який здатний з потрібним рівнем достовірності та вищою ефективністю виконувати задані йому функції у стаціонарному та мобільному варіантах.

Обґрунтовані ефективні фізичні принципи дії комплексу для отримання і переробки інформації при виконанні процесів діагностики та оздоровчого впливу. Для діагностики такими принципами є принцип відповідності між станом організму та його спектральними характеристиками, а також принцип імпедансу при реакції біосистеми на інформаційні маркери. Для оздоровлення –

принцип дозованої по частоті, амплітуді та кількості сеансів електрохвильової резонансної дії.

Визначена структура загальних функцій комплексу «Quanton», яка включає кластери тріад основних, підготовчих та завершальних спеціалізованих функцій, сукупність яких є достатньою для забезпечення його ефективного функціонування.

На основі загальної методики проведена параметризація елементів та конкретизація формалізованої постановки задачі параметричної оптимізації комплексу, що дозволило визначити кластер параметрів, які повинні оптимізуватись, а також звести задачу багатокритеріальної оптимізації до однокритеріальної з виконанням аналітичного технічного аудиту.

Оптимізація параметрів комплексу показала можливість підвищення швидкодії комплексу до 6-8 разів на етапі діагностики та зменшення загального часу циклу «діагностика – оздоровлення» в 1,5 рази. При цьому вища швидкодія комплексу при нормативному рівні достовірності (похибка не більше 1%) результатів діагностики може бути забезпечена при одноразових вимірах по кожному з каналів отримання інформації.

В четвертому розділі наведені результати експериментального визначення результативності застосування синтезованих приладів, що реалізують метод Quanton. З цією метою розроблена конструкція апаратного комплексу «Quanton A2».

Достовірність результатів діагностування підтверджена збігом експериментальних даних, отриманих за допомогою методу Quanton та традиційних методів. Результативність застосування апаратного комплексу «Quanton A2» підтверджена ефективністю корекції біофізичних параметрів пацієнтів, що мали значні відхилення від норми по множині параметрів.

Ефективність системи Quanton підтверджена позитивними результатами її застосування при оздоровленні понад 3-х тисяч людей.

Отриманими експериментально показниками підтверджені теоретичні дослідження синтезованої біотехнічної системи з апаратним комплексом «Quanton» та визначені високі якісні показники ефективності її застосування при діагностуванні та нормалізації функціонально-фізіологічного стану людей з різними відхиленнями від норми. Це дозволяє рекомендувати таку систему для широкого впровадження у практику медичних закладів та реабілітаційних центрів при нормалізації дисфункцій у людей з різними гострими та хронічними відхиленнями.

У висновках викладено основні результати роботи і рекомендації щодо їх практичного використання.

Додатки вміщують протоколи та акти впровадження.

Зауваження щодо змісту роботи

1. В роботі відсутнє теоретичне обґрунтування діапазону частот, на яких відбувається діагностика та корекція функціонального стану людини.

2. Не зовсім зрозуміло, як змінюється ефективність даної методики для людей різного віку та статі.

3. Враховуючи велику кількість пацієнтів та час досліджень було б цікавим побачити наскільки довготривалі результати сеансів корекції стану людини.

4. Немає пояснень, чи змінюється частота опромінення людини в залежності від того, на який орган відбувається дія, та чи є тут якась закономірність.

5. Висновки до кожного розділу дисертаційної роботи повинні вміщувати більшу кількість чисельних даних, особливо з урахуванням значного, одержаного автором, експериментального матеріалу.

Висновок

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук Огородника Ігоря Миколайовича є закінченою самостійною роботою, в якій одержані нові науково обґрунтовані теоретичні та експериментальні результати, необхідні для розв'язання важливої для теорії і практики задачі розробки і створення біотехнічної системи для неінвазивного діагностування та корекції функціонального стану людини. Застосування розробленої системи в оздоровчому процесі дозволить підвищити швидкодію процесів у 1,5 – 2 рази, достовірність – в 1,3 рази і розширити функціональність у 1,5 рази.

Одержані в роботі результати дають можливість суттєво вдосконалити напрямок, пов'язаний зі створенням радіометричних систем дистанційної діагностики та корекції стану біологічного об'єкту.

Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертації.

Основні результати викладені у 14 наукових роботах, з них 5 робіт у фахових виданнях, у тому числі 1 – у міжнародному фаховому виданні, що входить до наукометричної бази «Scopus», 6 тез доповідей, 3 патенти України.

До найбільш цінних результатів роботи слід віднести: створення апаратного комплексу (типу «Quanton») для неінвазивного діагностування та корекції функціонального стану біологічних об'єктів. Важливим є те, що цей

комплекс дозволяє одночасно не тільки діагностувати стан цих об'єктів, але й проводити їх корекцію в необхідному напрямі.

Результати роботи можуть бути використані не тільки для практичної реабілітації людини, але й у ветеринарії для створення нових методів діагностування стану тварин.

Незважаючи на окремі зауваження, за актуальністю, науковому рівню, практичній цінності, об'єму інформації, достовірності результатів, правильній їх оцінці, оформленню роботи дисертація Огородника І.М. повністю відповідає п.п. 9, 11, 12 "Порядку присудження наукових ступенів" затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р., а її автор Огородник Ігор Миколайович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи.

Офіційний опонент, професор,
доктор технічних наук, професор кафедри
"Комп'ютерна математика і аналіз даних"
Національного технічного університету
"Харківський політехнічний інститут"

