

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Огородника Ігоря Миколайовича на тему: “Біотехнічна система для неінвазивного діагностування та корекції функціонального стану людини”**, яку подано на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю спеціальністю 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи

*Цей відгук підготовлено за матеріалами дисертації, яка містить вступ, чотири розділи, висновок, список використаних джерел та додатки. Загальний обсяг дисертаційної роботи складає 157 основного тексту стор. і містить 34 рисунки, 24 таблиці, список використаних джерел, який складається з 165 найменувань. Автореферат викладений на 25 стор.*

**Актуальність теми дисертації.** Високий рівень захворюваності жителів України, обумовлений погіршенням екологічної й економічної ситуацій з одного боку, особливостями клініки хвороб і великого числа побічних реакцій на традиційну лікарську терапію з іншого боку, визначає актуальність розробки і впровадження немедикаментозних методів лікування і профілактики найбільш поширених і небезпечних захворювань людини.

Все більш актуальним в останні роки стає завдання створення систем неінвазивної діагностики та корекції функціонального стану біооб'єктів, зокрема, людини. Підвищений інтерес до цієї проблеми викликаний двома основними причинами. Перша – це зростання потреби у застосуванні не тільки у спеціалізованих центрах, а і в побуті ефективних засобів нормалізуючого впливу на свій стан. Друга – об'єктивне збільшення порушень нормального стану біооб'єктів внаслідок погіршення екологічних показників планети та зростання кількості стресових ситуацій і вірусних навантажень, у тому числі – внаслідок інтенсифікації комунікативних можливостей людей.

В той же час існуючі біотехнічні системи, які мають діагностично-нормалізуюче призначення, не завжди забезпечують потрібну функціональність, продуктивність та ефективність дії на організм. А наявні методи і засоби синтезу таких систем, включаючи сучасні інтелектуалізовані системи автоматизованого проектування (САПР), не можуть задовольнити вимогам комплексної оптимізації внаслідок відсутності в них методик

формування повних областей структурних і параметричних рішень для біотехнічних систем нових видів.

У зв'язку з цим, тематику досліджень з метою створення комплексно оптимізованих біотехнічних систем для неінвазивного діагностування та корекції функціонального стану людини можна вважати безумовно актуальною та практично корисною.

Актуальність теми підтверджується також і тим, що робота виконана відповідно до пріоритетних напрямків науково-технічної політики України в галузі охорони здоров'я та промисловості. Робота є складовою частиною досліджень при виконанні бюджетних наукових програм і тем Харківського національного аерокосмічного університету імені М.Є. Жуковського «ХАІ», у тому числі – «Розробка технологій обробки багатоканальної інформації у радіоелектронних та біомедичних системах» № ДР 0118 У 4003823, 1.01.2018 - 31.12.2020.

**Наукова новизна** отриманих результатів полягає у вирішенні важливої задачі – підвищення ефективності біотехнічної системи для неінвазивного діагностування та мікрохвильової корекції функціонального стану біологічних об'єктів на основі розроблених методів, моделей та технічної реалізації апаратного комплексу.

У процесі розв'язання зазначеної науково-технічної проблеми автором було отримано такі нові наукові результати:

1. *Вперше* запропоновано метод і моделі для визначення структур і параметрів біотехнічних діагностично-оздоровчих систем на основі використання інформаційних інваріантів, що дозволяє проектувати такі системи з різними рівнями технізації (механізації, автоматизації та інтелектуалізації) і управляти рівнями достовірності діагностування, тривалості діагностично-оздоровчого циклу та енергоефективності.
2. *Вперше* експериментально встановлено закономірність зміни ефективності дії на біологічні об'єкти індивідуально визначених частот дециметрового діапазону, згідно з яким найвища ефективність досягається протягом перших 5-ти днів з послідуєчим її зниженням за рахунок механізмів саморегуляції організму.
3. *Вдосконалено* структурно-функціональні та структурно-елементні моделі біотехнічної системи для мікрохвильової корекції за рахунок врахування залежності структури від рівня технізації (механізації, автоматизації, інтелектуалізації), що дозволило спрямувати процедуру її синтезу.

**Практичне значення отриманих результатів** полягає у можливості використання розробленого апаратного комплексу (типу «Quanton») для неінвазивного діагностування та корекції функціонального стану біологічних об'єктів з забезпеченням підвищеної в 1,3 рази достовірності та зменшеної до 2-х разів тривалості процесів в умовах стаціонарних оздоровчих центрів та у побуті.

- Застосування методу спрямованого синтезу з використанням інформаційних інваріантів вискоефективних біотехнічних діагностично-оздоровчих систем дозволяє забезпечувати підвищену функціональність, якість та прискорення процесу проектування апаратних комплексів.
- *Реалізовано* апаратний комплекс біотехнічної системи, що використовує явища зміни фізичних параметрів біологічних об'єктів під впливом інформаційних маркерів та мікрохвильового впливу дециметрового діапазону для неінвазивного діагностування і корекції функціонального стану цих об'єктів, який дозволяє, при заданому рівні достовірності, зменшити тривалість процесу до 2-х разів та забезпечити розширені функціональні можливості за рахунок вибору параметрів ефективного мікрохвильового впливу на організм в дециметровому діапазоні частот (від 500 МГц до 3 ГГц),
- Використання виявлених способів управління достовірністю та ефективністю процесу діагностування дозволяє забезпечувати вищі експлуатаційні показники біотехнічної системи.

#### **Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій в опублікованих працях**

По темі дисертації опубліковано 14 робіт, 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.

Обсяг друкованих робіт та їх кількість і науковий рівень відповідають вимогам МОН України щодо публікації основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Зміст дисертаційної роботи відповідає її назві. Зміст автореферату є ідентичним до змісту дисертації, достатньо повно відображає основні положення дослідження і не містить інформації, яка не відображена в самій роботі.

Автореферат дисертації досить стисло і достатньо повно відображає мету, задачу і результати виконаних досліджень та зроблені на їх основі висновки. Матеріал автореферату викладено якісною технічною мовою, що свідчить про професійну підготовку здобувача. Оформлення автореферату по формі відображенню змісту роботи відповідає вимогам наказу Міністерства освіти і науки України від 12.07.2017 № 40.

Назва дисертаційної роботи та виконані дослідження конкретно відповідають досягненню поставленої мети.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій,** сформульованих у дисертаційній роботі, обумовлюється:

- використанням загальноприйнятих передумов і допущень для розробки моделей задач, що розглядаються;
- проведенням експериментальних досліджень для перевірки сформульованих положень і методик;
- застосуванням аналітичних методів при побудові та подальшому аналізі розроблених систем;
- порівнянням результатів, які було отримано експериментальним шляхом, з прогнозованими даними;
- впровадженням результатів досліджень у оздоровчу практику.

Наукові положення, висновки та рекомендації підтверджуються апробацією на національних і міжнародних наукових конференціях.

### **Оцінка змісту дисертації.**

Дисертаційна робота відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України стосовно обсягу, структури та оформлення. Структура роботи визначається змістом завдань, етапів та результатів дослідження. Вона включає анотацію, вступ, чотири розділи, загальні висновки, перелік використаних джерел та додатків.

Дисертацію викладено на 217 сторінках друкованого тексту. 157 сторінок – основна частина тексту. У тексті міститься 34 рисунки, 24 таблиці, список використаних джерел обсягом 165 найменувань на 17 сторінках, додатки на 8 сторінках.

У **вступі** розкриті сутність і стан наукової проблеми, обґрунтована актуальність теми, сформульовані мета роботи і її основні задачі, а також шляхи їх вирішення.

У **першому розділі** проведено аналіз методів і засобів неінвазивного діагностування і електромагнітної корекції функціонального стану біосистем за даними опублікованих робіт по напрямках:

- методи функціональної діагностики на основі фізичних явищ та виміру імпедансу шкіри;
- методи мікрохвильового біорезонансного впливу на біооб'єкт;
- методи синтезу багатфункціональних біотехнічних приладів;
- визначення конструктивних особливостей та ефективності існуючих діагностично-оздоровчих комплексів.

З урахуванням виявлених недоліків існуючих методів і засобів, запропоновано удосконалени загальну модель біотехнічної системи.

Для вирішення завдань дослідження базовими визначено дедуктивний підхід і метод спрямованого синтезу складних технічних систем з використанням інформаційних інваріантів та послідуною їх експериментальною перевіркою.

У **другому розділі** розроблено метод, структурно-функціональні, структурно-елементні та параметричні моделі для спрямованого синтезу біотехнічної системи для неінвазивного діагностування і мікрохвильової корекції функціонального стану біологічного об'єкту. Визначені фізичні принципи дії, які покладені в основу апаратних комплексів системи та можуть реалізуватись при різних їх рівнях технізації. Наведені загальна і конкретизована постановки задачі комплексної структурно-параметричної оптимізації системи. Показана необхідність виконання технічного аудиту синтезованих рішень для послідуного забезпечення вищої енергоефективності комплексу.

Головним новим результатом дослідження цього розділу є створений метод вирішення задачі спрямованого оптимізаційного синтезу діагностично-оздоровчого комплексу на основі розроблених структурних і параметричних моделей-інформаційних інваріантів з врахуванням обмежень, характерних для біологічних систем, до складу яких входить людський організм.

**Третій розділ** присвячений синтезу, оптимального по тривалості робочого циклу (швидкодії) 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.

Сформовано загальну функціональну структуру комплексу, який

названо «Quanton» та варіанти її реалізації елементами, що мають різні рівні технізації ( ручний, механізований, автоматизований, інтелектуалізований)

Головним науковим результатом цього розділу є вперше виконаний синтез (розробка) оптимальної по тривалості діагностично-оздоровчого циклу біотехнічної системи для неінвазивної діагностики та коригування функціонального стану біологічного об'єкту, у тому числі її апаратного комплексу «Quanton», яка здатна з потрібним рівнем достовірності та вищою ефективністю виконувати задані їй функції. При цьому функціональність системи розширена (у 1,5 рази) за рахунок можливості виконання функції визначення параметрів терапевтичного впливу на біологічний об'єкт за рахунок використання зворотного біологічного зв'язку.

**У четвертому розділі** виконані експериментальні дослідження ефективності функціонування синтезованого апаратного комплексу та встановлена закономірність зміни ефективності в залежності від кількості сеансів мікрохвильового впливу дециметрового діапазону.

Дослідження проведені у Центрі «AURANA» (Варшава, Польща).

Проведено хронометраж, який показав, що забезпечення автоматизації процесу бінарної діагностики із застосуванням запропонованої автором багатоканальної головки (мультиплексного сенсора) може призводити до значного зменшення тривалості імпедансної діагностики та скорочення загальної тривалості процесу у 1,5-2 рази. Технічний аудит дозволяє покращити енергоефективність на рівні 30%.

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

Для встановлення закономірності зміни приросту ефективності в залежності від кількості сеансів мікрохвильового впливу дециметрового діапазону були проведені дослідження групи людей на рівень максимального приближення до норми параметрів, які підлягають коригуванню, від періоду терапії за допомогою апарату Quanton A2.

В цілому, на конкретних прикладах експериментально підтверджені результати теоретичних досліджень 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 **загальних висновках** викладено основні результати, які отримано в ході проведених досліджень. Відзначено актуальність для України вирішення проблеми створення високоефективних діагностично-оздоровчих комплексів.. Вирішення цієї проблеми відповідає пріоритетним напрямкам розвитку науки і техніки в Україні.

Висновки відображають одержані в дисертаційному дослідженні наукові і практичні результати.

### **Відповідність дисертаційної роботи вимогам ДАК України**

Матеріал дисертації наданий досить логічно і обґрунтовано. Кожен з чотирьох розділів має свою специфіку, котра у сукупності свідчить про цілісність та завершеність дисертаційної роботи.

Таким чином, представлена дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, яка написана науковою мовою. Зміст дисертації, структура, послідовність та повнота розв'язаних задач цілком відповідають темі роботи.

### **Апробація результатів дослідження.**

Результати наукових досліджень доповідались на 6-и Міжнародних науково-практичних конференціях: III Загальнопольська конференція із серії: «Хронічні захворювання без секретів - завдяки біофізичним та біорезонансним методам» 4.11.2017р. (Польща, м. Кельци); Міжнародна науково-практична конференція: «Universum View», 28.09.2018р. (Україна, м. Краматорськ); Науковий форум з міжнародною участю: «Сучасні теоретико-практичні аспекти у розв'язанні послідовності реалізації впровадження стратегії розвитку народної і нетрадиційної медицини у первинну ланку охорони здоров'я» 26 жовтня 2018р. (Україна, м. Київ); V-а Міжнародна науково-практична конференція: «Сучасні технології промислового комплексу – 2019» 15 вересня 2019р. (Україна, м. Херсон); II Міжнародна науково-практична конференція: «Інформаційні системи та технології в медицині» ІСМ–2019, 28–29 листопада 2019р. (Україна, м. Харків).

### ***Недоліки та зауваження до роботи:***

1. Під час проведення аналізу опублікованих робіт у розділі 1 можна було б скоротити описи загально відомих вчених.
2. В науковій новизні автором задекларовано «розробленні методу синтезу», що далі розкрито в п.2, але цей пункт слід перенести, по-перше, до практичного значення отриманих результатів, по-друге, мова

йде не про метод синтезу, а про рекомендації щодо вибору елементної бази з подальшою технічною реалізацією апаратного комплексу біотехнічної системи.

3. Автор обґрунтовано перейшов до використання дециметрового діапазону мікрохвильового впливу. Це дозволяє інтенсифікувати процес та підвищити його ефективність. Але було б доцільно більш детально пояснити його переваги над іншими діапазонами.
4. Враховуючи що для вирішення задачі синтезу та послідуочого робочого проектування використовуються різноманітні системи автоматизованого проектування (САПР). Автором не наведені рекомендації щодо їх використання при розробці складних біотехнічних систем.
5. Автор розробив кілька варіантів конструкцій багато контактних датчиків, але детального порівняння переваг кожного з них не проведено.
6. В роботі, крім загальних функціональної та елементної структур, відсутні дані щодо реальних можливостей біотехнічної системи при вищих рівнях її інтелектуалізації.
7. Автору слід було більш детально окреслити умови раціонального застосування комплексів з різними рівнями технізації.
8. Ряд рисунків і фотографій у дисертації та авторефераті ( зокрема, рисунки 3,4 та 12 в авторефераті) описані фрагментарно, Було б доцільно їх розкрити детальніше.
9. В авторефераті не досить детально розкриті особливості алгоритму синтезу апаратного комплексу біотехнічної системи.

Вважаю, що вказані недоліки та зауваження не впливають суттєво на новизну та практичну значущість отриманих результатів, загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи та її значення для біомедичної інженерії

#### **Висновки щодо відповідності дисертації встановленим вимогам**

Дисертаційна робота **Огородника Ігоря Миколайовича на тему: “Біотехнічна система для неінвазивного діагностування та корекції функціонального стану людини”** є завершеною науковою працею, в якій отримано нові теоретично обґрунтовані результати, які в сукупності вирішують актуальну наукову задачу – розроблення методу синтезу, моделей та побудова інноваційного апаратного комплексу, що використовує явища зміни фізичних



параметрів біологічних об'єктів під впливом інформаційних маркерів та мікрохвильової дії, які забезпечують підвищення ефективності біотехнічної системи для неінвазивного діагностування та мікрохвильової корекції функціонального стану цих об'єктів.

1. Дисертація написана сучасною науково-технічною мовою, послідовно, логічно і грамотно. Стиль викладення матеріалу забезпечує доступність його сприйняття. Робота виконана здобувачем самостійно. Ознаки академічного плагіату відсутні.
2. Автореферат дисертації достатньо повно розкриває її зміст.
3. Опубліковані **Огородником І. М.** наукові праці за темою дослідження повністю відображають основні положення дисертації.
4. Дисертаційна робота містить нові науково-обґрунтовані результати і цілком відповідає вимогам паспорту спеціальності 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи.

Таким чином, вважаю, що дисертаційна робота за актуальністю теми, теоретичною цінністю та практичною значимістю отриманих результатів дисертаційна робота відповідає вимогам, які ставляться до робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, зокрема (п. 9, 11, 12 щодо кандидатських дисертацій) „Порядку присудження наукових ступенів” затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. №567 (зі змінами), а її автор, **Огородник Ігор Миколайович**, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи.

Офіційний опонент,

доктор технічних наук, професор,

професор кафедри біомедичної інженерії,

Вінницького національного технічного університету



*[Handwritten signature]*  
С.В. Павлов

Підпис *С.В. Павлова*  
**ПОСВІДЧУЮ**  
Зав. канцелярією *[Signature]*