

**І. М. ОГОРОДНИК<sup>1</sup>, О. В. ВИСОЦЬКА<sup>2</sup>, О. В. КРУТОВ<sup>1</sup>**<sup>1</sup> Міжнародна академія наук і інноваційних технологій, Київ<sup>2</sup> Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського "ХАІ", Харків

### ОПТИМІЗАЦІЯ ПО КРИТЕРІЮ ПРОДУКТИВНОСТІ ДІАГНОСТИЧНО - ОЗДОРОВЧОГО КОМПЛЕКСУ «QUANTON»

Об'єктом дослідження є комп'ютеризований діагностично-оздоровчий комплекс «Quanton» та процес його оптимізації по критерію продуктивності. Вказаний комплекс призначений для швидкої неінвазивної діагностики населення та відновлення їх функціонально-фізіологічного стану за допомогою квантово-хвильової дії. Він дає можливість організму людини самостійно визначати характеристики цієї дії. Принцип дії цього комплексу базується на виявлених фундаментальних закономірностях реакцій організму людей на певні електро-хвильові біорезонансні впливи. Ці закономірності проявляються у вигляді змін значень окремих фізичних параметрів тіла, які можуть бути об'єктивно виміряні та використані для визначення потрібних характеристик оздоровлюючих впливів. Одним з найбільш проблемних питань існуючих зразків комплексу є недостатня продуктивність, зумовлена переважно послідовним принципом організації роботи та використанням ручного способу отримання і переробки значного обсягу інформації при виконанні процесу діагностики. В той же час функціональні можливості зазначеного комплексу можуть бути реалізовані за допомогою різної по рівню технізації елементної бази та різних параметричних рішеннях. Використано метод комплексної структурно-параметричної оптимізації. Оптимізацію виконано з врахуванням спільного процесу діагностики та нормалізації діяльності організму. При цьому використано множинна типових способів управління продуктивністю технічних об'єктів. Підвищення продуктивності комп'ютеризованого діагностично-оздоровчого комплексу «Quanton» досягнуто за рахунок: мінімізації початкового об'єму робіт за результатами інтегральної оцінки спектру випромінювання організму; підвищення швидкості підготовчих робіт за рахунок автоматизації процесу пошуку і використання багатоконтактного датчика; мінімізації часу подачі тестових сигналів; застосування інформаційних маркерів, зміст яких базується на принципі ієрархічної інформаційної підпорядкованості; мінімізації тривалості основного хвильового впливу за рахунок самостійного вибору організмом цієї тривалості; мінімізації кількості сеансів.

За результатами застосування вказаних прийомів установлена можливість підвищення продуктивності комплексу «Quanton» до 8,7 разів.

**Ключові слова:** оптимізація; продуктивність; неінвазивна діагностика; оздоровлення; комп'ютеризований комплекс; терапія дециметровими хвилями.

#### Вступ

В умовах несприятливого екологічного середовища та нервових стресів збільшується кількість людей, які потерпають від порушення внутрішнього енергетичного балансу. В зв'язку з цим актуальним постає питання пошуку ефективних методів та створення апаратури для швидкої та точної діагностики, а також для відновлення функціонування організму людини на дохворобливому рівні.

Не зважаючи на високий розвиток сучасної науки і рівень знань про людину, до цього часу залишається дуже багато невирішених проблем як в отриманні достовірної інформації про функціонування живих біосистем, так і в визначенні причин їх дисфункцій. Але найбільша проблема - це низька ефективність конкретних дій для ліквідації цих дисфункцій з наявними, крім того, побічними наслідками. Одним з основних джерел діагностичної інформації є лабора-

торні методи дослідження. Однак вони не висвітлюють в повному обсязі функціональність живої біосистеми. Лабораторні показники завжди потребують критичного підходу, обов'язкового співставлення з клінічними даними і динамікою патологічного процесу. Невід'ємною частиною сучасної медичної практики є радіологічні методи дослідження. Разом з тим, відомо, що навіть невеликі дози опромінення не можуть бути абсолютно безпечними. Крім того, такі методи дозволяють визначити тільки зміни в структурах біологічних систем, але, не їх функціональні властивості.

#### Актуальність проблеми

В цій ситуації найбільш актуальним постає питання створення швидкого, доступного та неінвазивного методу отримання діагностичної інформації, та знайти можливість ефективної терапевтичної дії на

живу біосистему, не порушуючи її цілісність та мінімалізуючи побічні дії.

На ринку альтернативної медицини вже існують системи неінвазивної діагностики, які довели свою достовірність. Неінвазивний аналізатор АМП (НПК «Біопромін», м. Харків), дає можливість без взяття крові отримати повний біохімічний аналіз крові [1]. Але цей метод дає інформацію про стан людини без виявлення причин її можливих відхилень від норми.

В основі проведеного авторами статті дослідження використано комп'ютеризований діагностично-оздоровчий комплекс, який запатентований в Україні [2], що базується на методі «Quanton» [3]. В основу принципу дії комплексу «Quanton» покладено фундаментальні закономірності реакції організму людей на певні електро-хвильові біорезонансні впливи. Ці закономірності проявляються у вигляді змін значень окремих фізичних параметрів тіла, які можуть бути об'єктивно виміряні та використані для визначення параметрів зазначених впливів. Важливою особливістю комплексу є те, що при діагностиці він дає можливість організму людини самостійно визначати їх характеристики.

Одним з найбільш проблемних питань існуючих зразків комплексу є недостатня продуктивність, зумовлена переважно послідовним принципом організації роботи та використанням ручного способу отримання і переробки значного обсягу інформації при виконанні процесу діагностики. В той же час функціональні можливості зазначеного комплексу можуть бути реалізовані за допомогою різної по рівню технізації елементної бази та різних параметричних рішень. Але до теперішнього часу, в опублікованих роботах не описані та у практичній діяльності не використані методи забезпечення високої продуктивності цього функціонально ефективного комплексу.

Тому актуальною є розробка методу забезпечення заданого вищого рівня продуктивності комп'ютеризованого діагностично-оздоровчого комплексу «Quanton».

### **Об'єкт дослідження та його технологічний аудит**

Об'єктом дослідження є комп'ютеризований діагностично-оздоровчий комплекс «Quanton» та процес його оптимізації по критерію продуктивності.

Особливістю комплексу є те, що він, крім діагностування, виконує оздоровчі процедури шляхом біо-резонансного впливу.

Для забезпечення потрібної інформативності при діагностиці цей комплекс використовує дані двох незалежних каналів отримання діагностичної інформації. Перший з них виміряє відносні характе-

ристики та відхилення від еталону частотного спектру людини, другий - бінарні реакції організму у вигляді зміни опору її шкіри при дії інформаційних маркерів. Кожен канал має свою тривалість у часі, яка залежить від рівня технізації, режимів та особливостей організації процесу. Виконуючись послідовно, з частковим використанням ручної праці, діагностичні процеси зумовлюють низький рівень продуктивності комплексу, що виключає можливості використання його у режимі «он-лайн». Тривалість діагностики поєднується з тривалістю оздоровчого впливу. У зв'язку з цим наявна проблема суттєвого підвищення рівня продуктивності комплексу «Quanton».

Для цього виконано формалізовану постановку і вирішення задачі структурно-параметричної оптимізації на основі використання типових способів підвищення продуктивності технічних систем.

### **Мета та задачі дослідження**

Метою дослідження є визначення шляхів суттєвого підвищення рівня продуктивності комп'ютеризованого діагностично-оздоровчого комплексу «Quanton» за рахунок його структурно-параметричної оптимізації.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

1. Розробити моделі для розрахунку критерію оптимізації – показника продуктивності та діючих обмежень для комплексу «Quanton».

2. Виконати формалізовану постановку задачі структурно-параметричної оптимізації процесу, що реалізується комплексом «Quanton», по критерію його максимальної продуктивності.

3. Знайти рішення цієї задачі з використанням типових структурних підходів та провести його аналіз.

### **Дослідження існуючих рішень проблеми**

Комп'ютеризований діагностично-оздоровчий комплекс «Quanton» реалізує три взаємопов'язані процеси: процес спектральної діагностики [4], який передує процесу конкретизуючої бінарної діагностики та процесу оздоровчого біо-резонансного впливу [2]. Такі комплекси повинні мати досить високу продуктивність відповідно до загальної тенденції підвищення ефективності праці [5]. Традиційно вирішення проблеми продуктивності багатопроцесних комплексів здійснюють на основі вирішення задачі комплексної структурно-параметричної оптимізації [6] з використанням загальних положень теорії продуктивності систем машин [7] та типових структурних підходів [8]. Але наявність біологічного елемента - людини, у ланцюгу взаємодіючих об'єктів

при застосуванні комплексу «Quanton» зумовлює необхідність врахування пов'язаних з ним обмежень.

Відома значна кількість публікацій, що пов'язані з вирішенням проблем продуктивності електронних, у тому числі, діагностичних та оздоровлюючих комплексів, починаючи з ранніх стадій їх життєвого циклу і закінчуючи оцінкою ефективності. Так, у роботі [9] описана система аудиту приладів. У статтях [10,11] наведені методи аналізу та управління продуктивністю і якістю електронних виробництв. Експертна система для аналізу продуктивності проаналізована в [12]. Автори роботи [13] зробили попередні оцінки багатфакторного зростання продуктивності. Застосування неінвазивної мультidetекторної комп'ютерної томографії набагато підвищує продуктивність системи, що висвітлено в [14]. Виконанню робіт з діагностики та продуктивності складних систем присвячена робота [15]. У статті [16] запропонований ексклюзивний підхід до оцінки відносної вагової значимості показників ефективності і продуктивності систем. Автори робіт [17,18] надали огляд і аналіз сучасних досліджень області виміру продуктивності. У багатьох інших публікаціях розглядаються окремі питання підвищення продуктивності при діагностиці та оздоровленні людей різними засобами. Однак, до цього часу на розглянуті у оптимізаційній постановці питання забезпечення вищої продуктивності комп'ютеризованого діагностично-оздоровчого комплексу «Quanton».

Таким чином, результати аналізу дозволяють зробити висновок про те, що визначення шляхів суттєвого підвищення рівня продуктивності комп'ютеризованого діагностично-оздоровчого комплексу «Quanton» за рахунок його структурно-параметричної оптимізації є актуальним завданням.

### Методи досліджень

При дослідженні були використані наступні наукові методи:

– метод аналітичного моделювання показників продуктивності;

– метод вирішення задачі структурної та параметричної оптимізації з використанням перебору варіантів;

– метод кількісного аналізу при вивченні міри впливу показників процесів діагностики та оздоровлення на критерій оптимальності.

### Результати дослідження.

Функції, які виконуються комп'ютеризованим діагностично-оздоровчим комплексом «Quanton», представлені на рис. 1.

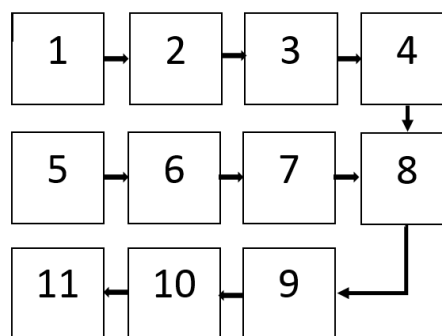


Рис. 1. Функціональна схема роботи комплексу «Quanton»

На рисунку 1 позначено:

1 – створення спектрально-частотного інформаційного еталону загального функціонально-фізіологічного стану організму людини;

2 – спектрально-частотна діагностика загального функціонально-фізіологічного стану людини, визначення реального частотного спектру організму людини;

3 – визначення відхилень від спектрально-частотного інформаційного еталону, по значенням яких формують попередній перелік проблемних органів, для яких створюють інформаційні маркери;

4 – визначення попередньої послідовності дій на проблемні органи;

5 – визначення поточного електричного опору між детермінованими точками організму, одна з яких повинна бути біоактивною;

6 – створення імпедансного еталону загального функціонально-фізіологічного стану людини;

7 – створення (підбір) інформаційних маркерів для бінарної діагностики стану органів і систем людини відповідно до визначеної попередньої послідовності дій на проблемні органи;

8 – послідовна подача сигналів-запитів відповідно до визначеної попередньої послідовності дій з використанням інформаційних маркерів відносно бінарних характеристик стану систем і органів, значень параметрів частоти, часу та кількості сеансів потрібного електромагнітного квантово-хвильового впливу на організм;

9 – отримання відповідей-реакцій по відхиленням зворотних сигналів від інформаційного еталону про стан систем і органів людини;

10 – формування по результатам відповідей-реакцій організму переліку порушень функцій органів і систем та послідовності дій по відновленню функціонально-фізіологічного стану людини;

11 – проведення відновлення функціонально-фізіологічного стану людини по уточненому пере-

ліку проблемних систем і органів людини шляхом періодичної квантово-хвильової дії на організм електромагнітними полями з визначеними частотними, часовими характеристиками та кількістю сеансів, відповідно до визначеної послідовності дій.

Для реалізації зазначених дій застосовується спеціальний комп'ютерний апаратно-програмний діагностично-оздоровчий комплекс, блок-схема якого (рисунок 2) відображає його загальну структуру.

Комп'ютеризований апаратно-програмний діагностично-оздоровлюючий комплекс резонансної терапії *Quanton* включає програмно-обчислювальний засіб 1 з корпусом, блоком пам'яті та монітором, діагностичний модуль 2, набір маркерів 3, кистевий електрод 4, електрод-щуп 5, струмопровідні браслети 6, здатний до програмування на різні режими роботи і частоти генератор електричних синусоїдальних імпульсів 7 з джерелом живлення та комутаційні пристрої 8. Він додатково укомплектований ємкісним датчиком 9 з цифровим перетворювачем.

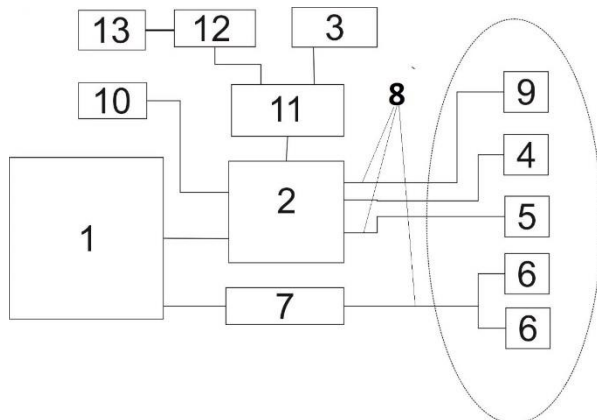


Рис. 2. Структурна схема комплексу «Quanton»

Останній з'єднаний з програмно-обчислювальним засобом 1 та діагностичним модулем 2, генератором імпульсів 10, форма яких близька до прямокутної, з'єднаний з діагностичним модулем 2 та кистевим електродом 4 і електродом-щупом 5. До складу програмно-обчислюючого засобу 1 введено блок 11 швидкого розкладу сигналу у ряд Фур'є та блок 12 порівняння отриманих характеристик ряду Фур'є з нормативними (еталонними) характеристиками в блоці 13.

Електрод-щуп 5 може бути виконаний багатокотактним і укомплектований пружним закріплюючим елементом. У якості програмно-обчислюючого засобу 1 можуть використовуватись спеціальний смартфон, або стаціонарний комп'ютер.

Комплекс працює наступним чином.

На підготовчому етапі апріорно, по результатах статистичної обробки результатів замірів створюють спектрально-частотні еталони організму, які вводять

у блок пам'яті програмно-обчислювальний засіб 1 з корпусом, блоком пам'яті та монітором.

На першому робочому етапі комплексу визначають реальний частотний спектр організму людини та його відхилення від спектрально-частотних еталонів. Для цього утворюють електричний ланцюг: організм людини – ємкісний датчик 9 - діагностичний модуль 2 - програмно-обчислювальний засіб 1. Роблять заміри сигналів і виконують їх спектральний аналіз, пропускаючи через блок 11 швидкого розкладу сигналу у ряд Фур'є. Далі вводять характеристики спектрально-частотної діаграми у блок 12 для порівняння отриманих характеристик ряду Фур'є з нормативними (еталонними) характеристиками. По максимальним значенням (наприклад, у порядку зменшення їх величин) відхилень визначають перелік органів, функціонально-фізіологічний стан яких необхідно нормалізувати.

На другому робочому етапі для визначеного переліку органів використовують блок електронних або семантичних маркерів 3 і, з використанням цих маркерів та організованого електричного ланцюгу подають сигнали-запити відносно бінарної характеристики (потрібно чи не потрібно нормалізувати) їх стану. Для тих органів, що по відхиленням зворотних сигналів від інформаційного еталону дали позитивний відгук, формують маркери для визначення значень параметрів частоти, часу та кількості сеансів потрібного електромагнітного впливу на організм. Для цього утворюють електричний ланцюг: кистевий електрод 4 – діагностичний модуль 2 – електрод-щуп 5, пропускаючи електричний струм по ньому, за зміною електричного опору шкіри (збільшенню), отримують відповіді. У якості інформаційних маркерів можуть використовуватись ранжирувані по змісту, підібрані дедуктивним методом (таким чином, що послідовний маркер конкретизує зміст попереднього) біопольові (ментальні), звукові, або контактні-текстові семантичні конструкції.

На третьому етапі проводять відновлення функціонально-фізіологічного стану людини шляхом періодичної квантово-хвильової дії на її організм електромагнітними полями з визначеними частотними, часовими характеристиками та кількістю сеансів. Квантово-хвильову дію на організм електромагнітними полями здійснюють, пропускаючи електричний струм з вказаними характеристиками через організм людини, використовуючи електричний ланцюг, що включає пасивний електрод 4, електрод-щуп 5, струмопровідні браслети 6, запрограмований на необхідні режими роботи і частоти генератор 7 з джерелом живлення та комутаційними пристроями 8, який подає електричним шляхом синусоїдальний сигнал на частотах, що знаходяться у межах верхньої поло-

вини (більше 500 МГц) мегагерцового та нижньої половини (до 100 ГГц) гігагерцового діапазонів. При цьому квантово-хвильову дію на організм людини здійснюють шляхом подачі струму через зони, що розташовані на протилежних (правій та лівій) руках.

Квантово-хвильова дія на організм електромагнітними полями, які можуть утворюватися шляхом подачі змінного струму, наприклад, через ручні струмопровідні браслети з змінним синусоїдальним струмом (або струмом іншої форми), може здійснюватися під час сну, або будь-якою іншою діяльністю (наприклад, на робочому місці, у транспорті і т.п.). Ця дія, входячи в польові резонанси з тими органами, які мають відхилення від еталонів, змінює їх квантово-енергетичні характеристики. Оскільки організм самостійно визначив характеристики квантово-хвильової дії, її вплив є оптимальним і призводить до відновлення функціонально-фізіологічного стану людини.

Процедуру, починаючи з третього етапу, повторюють для тих органів, які мали відхилення сигналів від інформаційного еталону, до досягнення максимального наближення до нормативних значень. Але, кількість сеансів обмежується 4-ма у зв'язку з швидкістю біохімічних реакцій.

Терапія в комп'ютерному апаратно-програмному комплексі «Quanton» здійснюється в режимі безперервної адаптивної дії.

Детерміноване електромагнітне випромінювання на організм (в тому числі в зоні дії біологічно активних зон) впливає на нього, здійснюючи корекцію спектрів і оздоровлення як окремих органів, так і усього організму.

При використанні інформаційних маркерів, пріоритети використання яких ранжовані по значенням відхилень реального частотного спектру організму людини від спектрально-частотних еталонів квантово-хвильова дія на організм електромагнітними полями поетапно наближає органи до нормативного стану, оптимально здійснюється нормалізація функціонально-фізіологічного стану, оздоровлення і омолодження організму людини. Цим одночасно виконується частина загальної процедури оптимізації щодо максимізації продуктивності роботи комплексу на етапі діагностики і функціонування.

Комплекс, використовуючи біологічно-зворотній зв'язок, дає можливість організму людини самостійно визначати характеристики квантово-хвильової дії, тому її вплив є оптимальним і призводить до відновлення функціонально-фізіологічного стану людини в цілому, збільшуючи адаптивну здатність і відновлюючи механізми саморегуляції і саморегенерації.

У комплексі «Quanton» спектральний та бінарний методи отримання інформації про стан біологіч-

ного об'єкту (людини) організовані по двох незалежних каналах. Операції на цих каналах виконуються послідовно, результати першої є умовою початку роботи другої. З метою забезпечення мінімізації ймовірності похибок при діагностиці, як спектральний, так і бінарний методи, допускають повтори, що впливає на загальну продуктивність. На продуктивність суттєво впливає рівень технізації цих процесів. При ручному рівні технізації витрати часу на отримання і переробку інформації в процесі діагностики можуть у десятки разів перевищувати відповідні витрати часу при автоматизованому (комп'ютеризованому) рівні.

У зв'язку з цим можна поставити та вирішити задачу структурно-параметричної оптимізації процесу діагностики по критерію продуктивності при загальних обмеженнях, у тому числі – по достовірності її результатів.

Приймаючи до уваги, що оптимальна кількість та тривалість циклів оздоровлення визначається у процесі діагностики безпосередньо самим організмом, постановка загальної задачі оптимізації зводиться до задачі оптимізації процесу діагностики і може бути наступною:

– критерій:

$$t_3 = t_{\text{пзс}} + t_c^n + kt_{\text{пзб}} + t_6^m + t_{\text{оз}} \rightarrow \min ; \quad (1)$$

– обмеження:

$$(1 - q_c^n q_6^m) \geq [P_3] \quad (2)$$

$$n \geq 1, \quad 4 \geq m \geq 1,$$

де  $t$  – час;

нижні індекси  $\text{пз}$  означають підготовчо-заключний час,  $c$ ,  $b$ ,  $оз$  – відношення параметру до операцій спектральної та бінарної діагностики і оздоровлення відповідно;

$t_c$ ,  $t_b$  – основний (машинний) час на вказаних операціях;

$q_c$ ,  $q_b$  – ймовірності похибки на операціях спектральної та бінарної діагностики;

$[P_3]$  – загальний допуск на ймовірність отримання потрібної інформації при діагностиці.

Коефіцієнт  $k$  та показники степенів  $n$  і  $m$  означають кількості змін точок замірів і кількості повторень операцій спектральної та бінарної діагностики. Число  $4$  – максимальне допустиме значення кількості повторень замірів на одній біологічно активній точці.

На рисунку 3 в координатах  $n$ – $m$  показано блокуючий контур, сформований обмеженнями (2).

Відмічена також точка, що відповідає  $t_3 = t_{\text{min}}$  при досить високій точності виконання операцій діагностики, що забезпечує виконання обмежень (2).

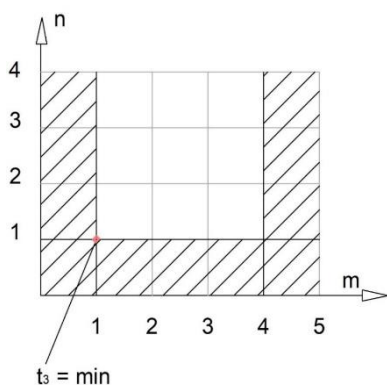


Рис. 3. Блокуючий контур, сформований обмеженнями (2)

Враховуючи відносно невелику кількість впливаючих на критерій оптимальності (1) змінних (такими є  $t_{пзс}$ ,  $t_c$ ,  $t_{пзб}$ ,  $t_6$ ,  $k$ ,  $n$ ,  $m$  і  $t_{03}$ ) та адитивний характер впливу компонентів, рішення задачі структурно-параметричної оптимізації можна знайти шляхом перебору варіантів. При цьому при переборі доцільно використовувати множину типових способів підвищення продуктивності технічних систем [8]. Підвищення продуктивності процесу для зменшення значень перелічених змінних може досягатись за рахунок:

- автоматизації підготовчих робіт (зменшення  $t_{пзс}$ );
- підвищення швидкодії процесорів (зменшення  $t_c$ );
- мінімізації початкового об'єму робіт за рахунок вибору об'єктів діагностики за результатами інтегральної оцінки спектру випромінювання організму і підвищення швидкодії підготовчих робіт за рахунок автоматизації (комп'ютеризації) процесу пошуку і установки контактів головки датчиків та обробки інформації (зменшення  $t_{пзб}$ );
- мінімізації часу подачі тестових сигналів (зменшення  $t_6$ );
- застосування багатоконтактної головки (зменшення  $k$ );
- підвищення достовірності спектральної та бінарної діагностики (мінімізація  $n$  та  $m$ );
- мінімізації тривалості основного хвильового впливу та кількості сеансів за рахунок самостійного вибору їх організмом (зменшення  $t_{03}$ ).

При нормативному рівні  $[P_3]=0,99$  та при реальних досить широких значеннях  $q_c=q_6=0,1$  умова (2) виконується при  $n=m=1$  ( $P_3=1 - 0,1 \cdot 0,1=0,99$ ). Цим самим забезпечується оптимізація режимів роботи комплексу, які надають йому максимальну продуктивність.

Зменшення кожної із тривалостей  $t_{пзс}$ ,  $t_c$ ,  $t_{пзб}$ ,  $t_6$  та  $t_{03}$  буде покращувати параметричне рішення по критерію оптимальності.

Практична реалізація цього може досягатись за рахунок вдосконалення конструкції елементів комплексу. В першу чергу потрібно забезпечити автоматизацію процесу бінарної діагностики із застосуванням багатоканальної головки (мультиплексного датчика), що призведе до значного (з 30÷40 хвилин до 0,1 хвилини) зменшення  $t_6$ , отримати можливість мати мінімальне значення коефіцієнта  $k$  та знівелювати вплив показника степеню  $m$  на  $t_3$  внаслідок малого  $t_6$ . В цілому, при досягненні  $t_c = t_6 = 0,1$  хвилини, це призведе до підвищення продуктивності діагностики до 150÷200 разів та при  $t_{03} = 60$  хвилин забезпечить зростання критерію оптимальності у 1,5 рази.

### Аналіз результатів досліджень

Постановка і вирішення задачі структурно-параметричної оптимізації комп'ютеризованого діагностично-оздоровчого комплексу «Quanton» дають можливість забезпечувати вищий рівень його продуктивності при потрібному (нормативному) рівні достовірності результатів. При цьому, максимальна продуктивність з забезпеченням нормативної достовірності (похибка не більше 1%) досягається при використанні засобів спектральної та бінарної достовірності з похибками, що не перевищують 10%, при одноразових вимірах на кожному каналі отримання інформації. Це створює умови для побудови персональних (мобільних) смарт-діагностично-оздоровчих апаратних комплексів з високим рівнем їх функціональних можливостей при мінімальній складності та максимальній продуктивності процесу.

Слабкою стороною наявних діагностично-оздоровчих апаратних комплексів «Quanton» є значна залежність результатів діагностики від конструктивних особливостей датчиків, які впливають на достовірність і продуктивність процесу.

У подальшому доцільно є розробити варіанти комплексів з використанням елементів штучного інтелекту та високим рівнем їх функціональних можливостей. Це суттєво збільшить сферу їх застосування за рахунок переміщення процесу діагностики та оздоровлення із спеціалізованих центрів у персональний повсякденний побут без потреби звертатись до лікарів.

Складність впровадження результатів дослідження полягає у потребі первинних капіталовкладень у підготовку виробництва діагностично-оздоровчих апаратних комплексів. Однак, на сучасних спеціалізованих гнучких виробництвах капітальні витрати можуть мінімізуватись.

## Висновки

1. Розроблені моделі, які дозволяють розраховувати загальні рівні продуктивності комплексів «Quanton» при відомих тривалостях часу на виконання складових процесу, а також значення похибок отримання інформації із спектрального і бінарного каналів та кількості повторень вимірів.

2. Зроблена формалізована постановка задачі структурно-параметричної оптимізації комплексу «Quanton» по критерію продуктивності при заданому рівні достовірності неінвазивної діагностики, вирішення якої дозволяє отримувати оптимальні значення визначальних параметрів, необхідних при конструюванні та експлуатації комплексу.

3. Проведений аналіз знайдених рішень задачі оптимізації процесу (алгоритму) функціонування комплексу «Quanton» по критерію продуктивності спільного процесу діагностики та нормалізації діяльності організму показав, що його можна забезпечити шляхом вибору прийнятних рішень з повної множини способів управління продуктивністю процесів.

Підвищення продуктивності процесу досягається за рахунок:

- автоматизації підготовчих робіт;
- підвищення швидкодії процесорів;
- мінімізації початкового об'єму робіт за рахунок вибору об'єктів діагностики за результатами інтегральної оцінки спектру випромінювання організму і підвищення швидкодії підготовчих робіт за рахунок автоматизації (комп'ютеризації) процесу пошуку і установки контактів головки датчиків та обробки інформації;
- мінімізації часу подачі тестових сигналів;
- застосування багатоконтактної головки;
- підвищення точності спектральної та бінарної діагностики;
- мінімізації тривалості основного хвильового впливу та кількості сеансів за рахунок самостійного вибору їх організмом.

4. По результатам оптимізації показана можливість підвищення продуктивності діагностики – до 150÷200 разів та зростання критерію оптимальності у 1,5 рази. Вища продуктивність комплексу при нормативному рівні достовірності (похибка не більше 1 %) результатів діагностики може бути забезпечена при одноразових вимірах по кожному з каналів отримання інформації.

5. Зазначені заходи можуть бути реалізовані у комп'ютеризованому діагностично-оздоровчому комплексі, у тому числі – портативному, прийнятному для повсякденного індивідуального застосування.

## Література

1. Скрининговое применение аппаратно-программного комплекса неинвазивной диагностики [Текст] / Т. Ю. Савицкая, Н. О. Венигородская, Э. С. Кашицкий, Т. И. Кременевская, Е. Л. Шапечко, Е. П. Шмерко // *Big data and advanced analytics : журнал БГУИиР.* – Минск 2018. – № 4. – С. 395-400.
2. Пат. 128776 Україна, МПК (2018.01) А61Н 39/00. Спосіб відновлення функціонально-фізіологічного стану людини [Text] / Огородник І. М., Крутов В. В., Семенов В. П., Тернюк М. Е. ; заявник і власник патенту Огородник І. М., Крутов В. В., Семенов В. П., Тернюк М. Е. – № u201803154 ; заявл. 27.03.2018 ; опубл. 10.10.2018, Бюл. № 19. – 3 с. : ил.
3. Ogorodnyk, I. *Quanton method is the innovative way to treat chronic conditions [Electronic resource] / I. Ogorodnyk // GDV Technologies. Opportunities and Prospects. International scientific and practical conference, St. Petersburg, 14.05.2017.* – Access mode: <http://www.quanton.com.pl/>. – 12.02.2019.
4. Пат. 23476 Україна, МПК: А61В 5/04, А61Н 5/00, А61Н 39/00, А61Н 5/02. Спосіб ідентифікації спектральних характеристик біологічних і неживих об'єктів і їх корекції [Текст] / Барзинський В. П. ; заявник і власник патенту Барзинський В. П. ; опубл. 25.05.2007.
5. Голованов, А. И. *От производительности к эффективности труда [Текст] / А. И. Голованов // Вестник Томского государственного университета.* – 2013. – № 376. – С. 137-141.
6. Біловол, Г. В. *Оптимізація множини способів підвищення продуктивності багатofункціональних машинобудівних технологічних систем [Текст] / Г. В. Біловол // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка.* – Харків, 2005. – № 33. – С. 205–209.
7. Царёв, А. М. *Основные положения теории производительности систем машин автоматического действия на примере перекомпоновываемых производственных систем [Текст] / А. М. Царёв // Проблемы машиностроения и автоматизации.* – 2014. – № 3. – С. 33-41.
8. Беловол, А. В. *Синтез способов управления производительностью полифункциональных машин и их систем [Текст] / А. В. Беловол, Н. Э. Тернюк // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля.* – Луганськ, 2003. – № 12. – С. 7–9.
9. Shannon, L. *Stetzer Biddle, Battelle. Technical System Audits (TSAs) and Instrument Performance Audits (IPAs) of the National Air Toxics Trends Sites (NATTS) and Supporting Laboratories [Electronic resource] / L. Shannon.* – Access mode: <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/monitorstrat/stetzer.pdf>. – 12.02.2019
10. Helo, P. *Managing agility and productivity in the electronics industry [Text] / P. Helo // Industrial Management & Data Systems.* – 2005. – Vol. 104, No. 7. – P. 567-577. DOI: 10.1108/02635570410550232.

11. Mandal, P. Inter-functional spread of quality in manufacturing [Text] / P. Mandal // *Industrial Management & Data Systems*. – 2000. – Vol. 100, No. 3. – P. 135-140. DOI: 10.1108/02635570010323201.

12. Rao, M. P. Expert systems applications for productivity analysis [Text] / M. P. Rao, D. M. Miller // *Industrial Management & Data Systems*. – 2004. – Vol. 104, No. 9. – P. 776-785. DOI: 10.1108/02635570410567766.

13. Wazed, M. A. Multifactor Productivity Measurements Model (MFPMM) as Effectual Performance Measures in Manufacturing [Text] / M. A. Wazed, Ahmed Shamsuddin // *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. – 2008. – No. 2(4). – P. 987-996.

14. Diagnostic performance of non-invasive multidetector computed tomography coronary angiography to detect coronary artery disease using different endpoints: detection of significant stenosis vs. detection of atherosclerosis [Text] / Joëlla E. van Velzen, Joanne D. Schuijff, Fleur R. de Graaf, Eric Boersma, Gabija Pundziute, Fabrizio Spanó, Mark J. Boogers, Martin J. Schalij, Lucia J. Kroft, Albert de Roos // *European Heart Journal*. – 2011. – Vol. 32, Iss. 5, P. 637-645. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq395.

15. Resilient actions in the diagnostic process and system performance [Text] / M. W. Smith, Giardina T. Davis, D. R. Murphy, Archana Laxmisan, Hardeep Singh // *BMJ Quality & Safety*. – 2013. – No. 22. – P. 1006-1013. DOI: 10.1136/bmjqs-2012-001661.

16. Singh, H. A review and analysis of the state-of-the-art research on productivity measurement [Text] / H. Singh, J. Motwani, A. Kumar // *Industrial Management & Data Systems*. – 2000. – Vol. 100, No. 5. – P. 234-241. DOI: 10.1108/02635570010335271.

17. An AHP approach to assessing the relative importance weights of ERP performance measures [Text] / W. H. Tsai, P. Y. Hsu, J. M. S. Cheng, Y. W. Chen // *International Journal of Management and Enterprise Development*. – 2006. – Vol. 3, No. 4. – P. 351-375. DOI: 10.1504/JMED.2006.009086.

18. Tavana, M. Organizational Productivity and Performance Measurements Using Predictive Modeling and Analytics [Text] / M. Tavana, K. Szabat, K. Puranam // *IGI Global*. – 2016. – 400 p. DOI: 10.4018/978-1-5225-0654-6.

## References

1. Savitskaya, T. Yu., Venigorodskaya, N. O., Kashitskiy, E. S., Kremenevskaya, T. I., Shapechko, Ye. L., Shmerko, Ye. P. Skriningovoye primeneniye apparatno-programmnogo kompleksa neinvazivnoy diagnostiki [Screening use of hardware-software complex non-invasive diagnostics]. *Big data and advanced analytics*, Zhurnal BGULiR, Minsk, 2018, no. 4, pp. 395-400.

2. Ogorodnik, I. M., Krutov, V. V., Semenov, V. P., Ternyuk, M. E. Sposib vidnovlennya funktsional'no-fiziologichnoho stanu lyudyny [Method of restoration of functional and physiological state of man]. Patent Ukraine, no. 128776, 2018.

3. Ogorodnyk, I. Quanton method is the innovative way to treat chronic conditions. International scientific and practical Conference. *GDV Technologies. Opportunities and Prospects, Russia, St. Petersburg, May 14 – 18, 2017*. Available at: <http://www.quanton.com.pl/> (accessed 12.02.2019)

4. Barzinsky, V. P. Sposob identifikatsii spektral'nykh kharakteristik biologicheskikh i nezhyvykh ob"yektov i ikh korrektsii [The method of identifying the spectral characteristics of biological and inanimate objects and their correction]. Patent Ukraine, no. 23476, 2007.

5. Golovanov, A. I. Ot proizvoditel'nosti k effektivnosti truda [From productivity to work efficiency]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Bulletin*, 2013, no. 376, pp. 137-141.

6. Bilovol, G. V. Optyimizatsiya mnozhyny sposobiv pidvyshchennya produktyvnosti bahatofunktsional'nykh mashynobudivnykh tekhnologichnykh system [Optimization of the Multiple Methods of Increasing the Productivity of Multifunctional Mechanical Engineering Systems]. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu sil's'koho hospodarstva im. P. Vasylenka – Bulletin of the Kharkov National Technical University of Agriculture named after P. Vasilenko*, Kharkiv, 2005, no. 33, pp. 205-209.

7. Tsarov, A. M. Osnovnyye polozheniya teorii proizvoditel'nosti sistem mashin avtomaticheskogo deystviya na primere perekomponiruyemykh proizvodstvennykh sistem [The main provisions of the theory of productivity of automatic machines on the example of re-assembled production systems]. *Problemy mashinostroyeniya i avtomatizatsii – Problems of mechanical engineering and automation*, 2014, no. 3, pp. 33-41.

8. Belovol, A. V., Ternyuk, N. É. Syntez sposobov upravleniyya proyzvoditel'nost'yu polyfunktsional'nykh mashyn y ykh system [Synthesis of methods for controlling the productivity of polyfunctional machines and their systems]. *Visnyk Shkhidnoukrayins'koho natsional'noho universytetu im. V. Dalya – Bulletin of the East-Ukrainian National University named after V. Dahl*, Luhansk, 2003, no. 12, pp. 7-9.

9. Shannon, L. *Stetzer Biddle, Battelle, Technical System Audits (TSAs) and Instrument Performance Audits (IPAs) of the National Air Toxics Trends Sites (NATTS) and Supporting Laboratories*. Available at: <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/.../stetzer.pdf> (accessed 12.02.2019)

10. Helo, P. Managing agility and productivity in the electronics industry. *Industrial Management & Data Systems*, 2005, vol. 104, no. 7, pp. 567-577. DOI: 10.1108/02635570410550232.

11. Mandal, P. Inter-functional spread of quality in manufacturing. *Industrial Management & Data Systems*, 2000, vol. 100, no. 3, pp. 135-140. DOI: 10.1108/02635570010323201.

12. Rao, M. P., Miller, D. M. Expert systems applications for productivity analysis. *Industrial*



*Management & Data Systems*, 2004, vol. 104, no. 9, pp. 776-785. DOI: 10.1108/02635570410567766.

13. Wazed, M. A., Shamsuddin, Ahmed. Multifactor Productivity Measurements Model (MFPMM) as Effectual Performance Measures in Manufacturing. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2008, no. 2(4), pp. 987-996.

14. van Velzen, Joëlla E., Schuijf, Joanne D., de Graaf, Fleur R., Boersma, Eric., Pundziute, Gabija., Spanó, Fabrizio., Boegers, Mark J., Schali, Martin J., Kroft, Lucia J., de Roos, Albert. Diagnostic performance of non-invasive multidetector computed tomography coronary angiography to detect coronary artery disease using different endpoints: detection of significant stenosis vs. detection of atherosclerosis. *European Heart Journal*, 2011, vol. 32, iss. 5, pp. 637-645. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq395.

15. Smith, M. W., Davis, Giardina T, Murphy, D. R., Murphy, D. R., Laxmisan, A., Singh, H. Resilient actions in the diagnostic process and system

performance. *BMJ Quality & Safety*, 2013, no. 22, pp. 1006-1013. DOI: 10.1136/bmjqs-2012-001661.

16. Singh, H., Motwani, J., Kumar, A. A review and analysis of the state-of-the-art research on productivity measurement. *Industrial Management & Data Systems*, 2000, vol. 105, no. 5, pp. 234-241. DOI: 10.1108/02635570010335271.

17. Tsai, W. H., Hsu, P. Y., Cheng, J. M. S., Chen, Y. W. An AHP approach to assessing the relative importance weights of ERP performance measures. *International Journal of Management and Enterprise Development*, 2006, vol. 3, no. 4, pp. 351-375. DOI: 10.1504/JMED.2006.009086.

18. Tavana, M., Szabat, K., Puranam, K. Organizational Productivity and Performance Measurements Using Predictive Modeling and Analytics. *IGI Global*, 2016. 400 p. DOI: 10.4018/978-1-5225-0654-6.

*Надійшла до редакції 15.03.2019, розглянута на редколегії 12.06.2019*

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПО КРИТЕРИЯМ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ДИАГНОСТИЧЕСКО - ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «QUANTON»

*И. Н. Огородник, Е. В. Высоцкая, О. В. Крутов*

Объектом исследования является компьютеризированный диагностическо-оздоровительный комплекс «Quanton» и процесс его оптимизации по критерию производительности. Указанный комплекс предназначен для быстрой неинвазивной диагностики населения и восстановления их функционально-физиологического состояния с помощью квантово-волнового воздействия. Он дает возможность организму человека самостоятельно определять характеристики этого действия. Принцип действия этого комплекса базируется на выявленных фундаментальных закономерностях реакций организма людей на определенные электро-волновые биорезонансные воздействия. Эти закономерности проявляются в виде изменений значений отдельных физических параметров тела, которые могут быть объективно измерены и использованы для определения нужных характеристик оздоравливающих воздействий. Одним из самых проблемных вопросов существующих образцов комплекса является недостаточная производительность, по преимуществу последовательным принципом организации работы и использованием ручного способа получения и переработки значительного объема информации при выполнении процесса диагностики. В то же время функциональные возможности данного комплекса могут быть реализованы с помощью различной по уровню технизации элементной базы и различных параметрических решениях. Использован метод комплексной структурно-параметрической оптимизации. Оптимизацию выполнено с учетом общего процесса диагностики и нормализации деятельности организма. При этом использована множество типичных способов управления производительностью технических объектов. Повышение производительности компьютеризированного лечебно-оздоровительного комплекса «Quanton» достигнуто за счет:

- минимизации первоначального объема работ по результатам интегральной оценки спектра излучения организма;
- повышение быстродействия подготовительных работ за счет автоматизации процесса поиска и использования многоконтактного датчика;
- минимизации времени подачи тестовых сигналов;
- применение информационных маркеров, содержание которых базируется на принципе иерархической информационной подчиненности;
- минимизации продолжительности основного волнового воздействия за счет самостоятельного выбора организмом этой продолжительности;
- минимизации количества сеансов.

По результатам применения указанных приемов установлена возможность повышения производительности комплекса «Quanton» до 8,7 раз.

**Ключевые слова:** оптимизация; производительность; диагностика; оздоровление; компьютеризированный комплекс; терапия дециметровыми волнами.

**OPTIMIZATION BY PERFORMANCE CRITERIA  
DIAGNOSTIC AND HEALTH COMPLEX "QUANTON"***I. Ogorodnyk, O. Vysotska, O. Krutov*

The object of the research is the computerized health-improving complex "Quanton" and the process of its optimization by the performance criterion. This complex is designed for quick non-invasive diagnostics of the man and restoration of their functional and physiological state using quantum-wave action. It allows the human body to independently determine the characteristics of this action. The principle of operation of this complex is based on the identified fundamental laws of the reactions of the human body to certain electro-wave bio-resonance effects. These patterns are manifested in the form of changes in the values of individual physical parameters of the body, which can be objectively measured and used to determine the desired characteristics of healing effects. One of the most problematic issues of the existing samples of the complex is an insufficient performance, mainly by the consistent principle of work organization and using the manual method of obtaining and processing a significant amount of information when performing the diagnostic process. At the same time, the functionality of this complex can be realized with the help of various at the level of technicalization of the element base and various parametric solutions.

The method of complex structural-parametric optimization was used. Optimization is made according to the general process of diagnosis and the normalization of the body. At the same time, many typical ways to manage the performance of technical objects were used. Increased productivity of the computerized health and fitness complex "Quanton" was achieved due to:

- minimization of the initial scope of work based on the results of an integrated assessment of the radiation spectrum of the body;
- improving the speed of preparatory work by automating the process of finding and using multi-contact sensors;
- minimizing the time of the test signals;
- the use of information markers, the content of which is based on the principle of hierarchical information subordination;
- minimization of the duration of the main wave action due to the body's independent choice of this duration;
- minimizing the number of sessions.

According to the results of applying these techniques, the possibility of increasing the performance of the "Quanton" complex up to 8.7 times was established.

**Keywords:** optimization; performance; diagnostics; recovery; computerized complex; decimeter wave therapy.

**Огородник Ігор Миколайович** – інженер-винахідник, завідувач відділу інноваційної медичної техніки Міжнародної академії наук і інноваційних технологій, Київ, Україна.

**Висоцька Олена Володимирівна** – д-р техн. наук, проф., зав. каф. радіоелектронних та біомедичних комп'ютеризованих засобів та технологій, Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського "Харківський авіаційний інститут", Харків, Україна.

**Крутов Олег Васильович** – магістр, інженер-дослідник Міжнародної академії наук та інноваційних технологій, Київ, Україна.

**Igor Ogorodnyk** – engineer-inventor, head of the department of innovative medical technology of the International Academy of Sciences and innovative technologies, Kyiv, Ukraine, e-mail: oigor67@gmail.com, ORCID Author ID: 0000-0002-0659-2460.

**Olena Vysotska** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Radio-electronic and Biomedical Computer-aided Means and Technologies, National Aerospace University "Kharkov Aviation Institute", Kharkov, Ukraine, e-mail: k502@khai.edu, ORCID Author ID: 0000-0003-3723-9771.

**Oleg Krutov** – master, research engineer of the International Academy of Sciences and Innovative Technologies, Kiev, Ukraine, e-mail: ok@continuum.com.co.