Міністерство освіти і науки України
Харківський національний аерокосмічний університет
імені М.Є. Жуковського «ХАІ»
Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису
Огородник Ігор Миколайович
УДК 621.01;61;616-02;331

ДИСЕРТАЦІЯ

БІОТЕХНІЧНА СИСТЕМА ДЛЯ НЕІНВАЗИВНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ТА КОРЕКЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ

05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи

Подається на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук (доктора філософії)
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання чужих ідей, результатів і текстів мають посилання на відповідні джерела _____
І.М. Огородник

Науковий керівник
доктор технічних наук, професор
Висоцька Олена Володимирівна

Харків – 2021

АНОТАЦІЯ

Огородник І.М. Біотехнічна система для неінвазивного діагностування та корекції функціонального стану людини. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.17 «Біологічні та медичні прилади і системи» – Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка. Харків, 2021.

Дисертація присвячена питанням підвищення ефективності функціонування біотехнічної системи для неінвазивного діагностування та корекції функціонального стану біологічних об’єктів шляхом розроблення методу, моделей та інноваційного апаратного комплексу, що використовує явища зміни фізичних параметрів біосистем під впливом інформаційних маркерів та мікрохвильового впливу дециметрового діапазону.

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

У **першому розділі** проведено аналіз функціональних можливостей та технічного рівня методів і засобів неінвазивного діагностування і мікрохвильової корекції функціонального стану біологічних об’єктів за даними опублікованих робіт, у тому числі – вітчизняних та зарубіжних патентів, за напрямками методів діагностики, мікрохвильового біорезонансного впливу на біосистему, синтезу функцій багатофункціональних медичних приладів та визначення конструктивних особливостей і ефективності існуючих діагностично-оздоровчих комплексів.

Проаналізовані біофізичні механізми взаємодії електромагнітних полів з біологічними об’єктами та характер реактивності біосистем на біоінформаційний і мікрохвильовий впливи. Встановлено, що біологічний зворотний зв’язок на основі фіксації зміни імпедансу шкіри може дозволити побудувати метод для встановлення причини виявленої дисфункції та визначати параметри ефективного терапевтичного впливу для її ліквідації з використанням високочастотного

сигналу. З підвищенням частоти забезпечується можливість передачі інформації та енергії більшої щільності. Встановлена необхідність досліджень щодо застосування дециметрового частотного діапазону у межах від 500 МГц до 3 ГГц та форми сигналу. Поставлене завдання розробки спеціальної автоматизованої мобільної терапевтичної системи для виконання індивідуальних терапевтичних програм не залежно від позиції тіла та фізичної діяльності, з різними рівнями технізації. Обґрунтовані вимоги до системи: мати мінімальну тривалість діагностично-оздоровчого циклу, забезпечувати належний рівень достовірності діагностики та ефективності фізіологічної корекції і відповідати вимогам енергозбереження. Це зумовило потребу у застосуванні методів спрямованого оптимізаційного синтезу.

У другому розділі розроблено метод, структурно-функціональні, структурно-елементні та параметричні моделі для спрямованого синтезу біотехнічної системи. Обґрунтовані критерії і обмеження для її технічної реалізації. Сформовано перелік відомих та тих, що потрібно визначити, атрибутів. В основу методу синтезу покладено використання інформаційних інваріантів, що дозволяє спрямовано визначати області можливих структурних рішень, необхідних для виконання комплексної структурно-параметричної оптимізації системи з врахуванням потрібного рівня технізації системи. Основними моделями-інваріантами, які використані при обґрунтуванні побудови системи, є моделі шляхів забезпечення потрібних властивостей системи, структур технічних засобів різних рівнів технізації з множини можливих, заданих періодичною системою технічних елементів, параметрів імпульсів, що подаються при діагностиці, критерію оптимальності та спеціальних обмежень, характерних для біотехнічної системи, множини можливих структур способів підвищення енергоефективності та швидкодії системи.

Головним новим результатом дослідження цього розділу є запропонований 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 (проектуванню та технічній реалізації) оптимального по тривалості робочого циклу (швидкодії) апаратного комплексу біотехнічної системи з розширеними функціональними можливостями, який названо «Quanton». Комплекс використовує явища зміни фізичних параметрів біологічних об'єктів під впливом інформаційних маркерів і мікрохвильової дії дециметрового діапазону для неінвазивного діагностування та корекції функціонального стану біосистем. Запропоновано структуру узагальнених функцій, які виконуються діагностично-оздоровчим комплексом «Quanton». Комплекс має, крім функції діагностики та впливу на організм, додаткові функції визначення параметрів терапевтичного впливу. З пацієнта зняті обмеження у своїй діяльності і є можливість виконувати трудові дії разом з проведенням функціональної корекції організму. Передбачено режим безперервної адаптивної дії. Оскільки організм самостійно визначає характеристики мікрохвильової дії, такий вплив є оптимальним і призводить до відновлення функціонально стану біосистеми у відносно короткий термін (від 5 до 10 діб).

Головним науковим результатом цього розділу є розробка оптимальної по тривалості діагностично-оздоровчого циклу біотехнічної системи з апаратним комплексом «Quanton» для неінвазивної діагностики і коригування функціонального стану біологічних об'єктів, 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 біосистему шляхом використання зворотного біологічного зв'язку.

У четвертому розділі описані експериментальні дослідження ефективності синтезованого апаратного комплексу та встановлена закономірність підвищення ефективності в залежності від кількості сеансів мікрохвильового впливу дециметрового діапазону. Дослідження проведені у Центрі Aurana (Варшава, Республіка Польща).

Проведене натурне моделювання, яке показало, що забезпечення автоматизації процесу бінарної діагностики із застосуванням багатоканальної головки (мультиплексного датчика) може призводити до значного (з 30–50 хвилин до 3-5 хвилин) зменшення тривалості імпедансної діагностики. Це також надає можливість скоротити тривалість процесу діагностики до (30–50)/5=6–10 разів та забезпечить зростання критерію оптимальності у 1,5 рази. Встановлена необхідність оперативного визначення індивідуальних параметрів терапевтичного впливу перед кожним новим сеансом.

Запропоновано подальше вдосконалення системи за рахунок покращення її енергоефективності (на рівні 30%) на основі технічного аудиту.

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

Наукова новизна дослідження полягає в тому, що:

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* синтезовано 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), робота в якому скорочує термін самовідновлення стану біосистеми до 5–10 днів замість кількох місяців.

3. *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 послідуючим її зниженням за рахунок механізмів саморегуляції організму.

4. *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.

5. *Отримали подальший розвиток* конструкції елементного складу апаратного комплексу біотехнічної системи за рахунок збільшення функціональності її елементів (підсистем), що дозволило спростити багато-контактний датчик і використати багатофункціональні програмовані генератори, скоротити на 20-30% витрати на їх створення.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості підвищення ефективності неінвазивного діагностування та корекції функціонального стану людини за рахунок використання розробленого апаратного комплексу (типу Quanton), що забезпечує підвищення швидкодії процесів у 1,5 – 2 рази, достовірності - в 1,3 рази, розширення функціональності у 1,5 рази і ефективності корекції функціонального стану із скороченням термінів нормалізації до 5-10 днів замість 2-4 місяців.

Результати наукового пошуку впроваджені в: Міжнародній Академії наук і інноваційних технологій (Україна), реабілітаційно-оздоровчому центрі «Centrum Aurana» (Польща), у приватних клініках «Health Secrets», «Gabinet Biorezonansu Dr Iwona Wysokowska» (Польща) та інших медичних установах.

Ключові слова: біотехнічна система, неінвазивна діагностика, нормалізуючий вплив, мікрохвильова терапія, діагностично-оздоровчий цикл, достовірність, ефективність дії.

ANNOTATION

Ogorodnyk I.M. Biotechnical system for non-invasive diagnostics and correction of the functional state of a person. Qualifying scientific work as a manuscript.
Dissertation for the degree of candidate of technical sciences in the specialty 05.11.17 "Biological and medical devices and systems" - Kharkiv National Technical University of Agriculture name Petr Vasilenko. Kharkiv, 2021.
The dissertation is devoted to the issues of increasing the efficiency of the functioning of the biotechnical system for non-invasive diagnostics and correction of the functional state of a person by developing a method, models and an innovative hardware complex that uses the phenomenon of changes in the physical parameters of a person under the influence of information markers and microwave exposure in the decimeter range.

The introduction reveals the essence and state of the scientific problem, substantiates the relevance of the topic, formulates the purpose of the work and the main tasks, as well as ways to solve them.

The first chapter analyzes the functional capabilities and technical level of methods and means of non-invasive diagnostics and microwave correction of the functional state of a person according to published works, including domestic and foreign patents, in the areas of diagnostic methods, microwave bioresonance effects on the human body, synthesis functions of multifunctional medical devices and determination of design features and effectiveness of existing medical and recreational complexes.
The biophysical mechanisms of the interaction of electromagnetic fields with biological objects and the nature of the reactivity of biosystems to bioinformation and microwave effects are analyzed. It has been established that biofeedback based on fixing changes in the skin impedance can make possible to build an algorithm to establish the cause of the revealed dysfunction and to determine the parameters of an effective therapeutic effect for its elimination using a high-frequency signal for a specific pathology in a specific person. With an increase in frequency, it becomes possible to transmit information and energy of higher density. The necessity of research on the application of the decimeter frequency range, in the scale from 500 MHz to 3 GHz and the waveform is established.

The task is to develop a special automated mobile therapeutic system for performing individual therapeutic programs regardless of body position and physical activity, with different levels of technicality. Reasonable requirements for the system: to have a minimum duration of the therapeutic and health-improving cycle, to ensure an appropriate level of diagnostic reliability and the effectiveness of physiological correction, and to meet the requirements of energy conservation; this necessitated the use of methods of directed optimization synthesis.

In the second chapter a method has been developed, as well as structural-functional, structural-element and parametric models for the directed synthesis of a biotechnical system, and reasonable criteria and limitations for its technical implementation. The list of known attributes and those that need to be determined is formed. The synthesis method is based on the use of information invariants, which makes it possible to determine the areas of possible structural solutions necessary for performing complex structural-parametric optimization of the system, taking into account the required level of technicality of the system. The main invariant models that are used to justify the construction of the system are models of ways to ensure the required properties of the system, structures of technical means of various levels of technicality from a variety of possible technical elements specified by a periodic system, parameters of impulses supplied during diagnostics, an optimality criterion and special constraints characteristic for a biotechnical system, many possible structures of ways to improve energy efficiency and system performance.

The main new result of the study of this chapter is the proposed method for solving the problem of directed optimization synthesis of a health-improving complex based on the developed of structural and parametric models-information invariants encompassing the limitations characteristic of biological systems that include the human body.

The third chapter is devoted to the synthesis (design and technical implementation) of the hardware complex of the biotechnical system with extended functionality, called "Quanton" with the optimal operating cycle (speed) in terms of its duration. The complex uses the phenomenon of changes in the physical parameters of a person under the influence of information markers and microwave exposure in the decimeter range for non-

invasive diagnosis and correction of the functional state of a person. The structure of generalized functions performed by the diagnostic and health-improving complex "Quanton" is proposed. In addition, the system apart from the function of diagnostics and impact on the body, has additional functions for determining (assigning) the parameters of therapeutic effects. The patient has been released of restrictions in his activities and he has an opportunity to perform labor functions along with the functional correction of the body. A mode of continuous adaptive action is provided. Since the body independently determines the characteristics of the electric-wave effect, such an effect is optimal and leads to the restoration of the functional and physiological state of a person in a relatively short period of time (from 5 to 10 days).

The main scientific result of this section is the development of a biotechnical system with the Quanton hardware complex for non-invasive diagnostics and correction of a person's functional state that is optimal in terms of the duration of the therapeutic and health-improving cycle, which is capable of performing the functions assigned to it with the required level of reliability and high efficiency. At the same time, the functionality of the system is expanded (by 1.5 times) due to the ability to perform the function of determining the parameters of the therapeutic effect on the human body through the use of biological feedback.

In the fourth chapter, experimental studies of the efficiency of the synthesized hardware complex are described and a pattern of efficiency increase is established depending on the number of sessions of microwave exposure in the decimeter range. The studies were carried out at the Aurana Center (Warsaw, Poland).

Full-scale modeling was carried out, which showed that ensuring the automation of the binary diagnostics process using a multichannel head (multiplex sensor) can lead to a significant (from 30-40 minutes to 5 minutes) decrease in the duration of impedance diagnostics. It also allows to reduce the duration of the diagnostic process to (30-40) / 5 = 6-8 times and will provide an increase in the optimality criterion by 1.5 times. The necessity of prompt determination of individual parameters of the therapeutic effect before each new session is established.

Further improvement of the system is proposed by improving its energy efficiency (at the level of 30%) based on a technical audit.

The effectiveness of the Quanton system is confirmed by the positive results of its use in the recovery of more than 3 thousand people.

The scientific novelty of the research lies in the fact that:

1. For the first time, a method and models have been proposed for determining the structures and parameters of biotechnical medical and health-improving systems based on the use of information invariants, which makes possible to design such systems with different levels of technicality (mechanization, automatization and intellectualization) and manage the levels of diagnostics reliability, the duration of the health-improving cycle and energy efficiency.

2. For the first time, a hardware complex of a biotechnical system was synthesized that uses the phenomenon of changes in the physical parameters of a person under the influence of information markers and microwave action of the decimeter range for non-invasive diagnosis and correction of the functional state of a person, which allows, at a given level of reliability, to reduce the duration of the process by 1.5-2 times and to provide enhanced functionality by choosing the parameters of an effective microwave effect on the body in the decimeter frequency range - (from 500 MHz to 3 GHz), the work in which reduces the body's self-healing period to 5-10 days instead of several months.

3. For the first time experimentally established regularity of changes in the increase in the effectiveness of the impact on the human body of individually defined frequencies of the decimeter range, according to which the highest efficiency of such an impact is achieved during the first 5 days, followed by its decrease due to the mechanisms of self-regulation of the body.

4. The structural-functional and structural-elementary models of the biotechnical system for microwave correction of the human body are improved by taking into account the dependence of the structure on the level of technicality (mechanization, automatization, intellectualization), which made possible to direct the procedure of its synthesis.

5. The design of the elemental composition of the hardware complex of the biotechnical system was further developed by increasing the functionality of its elements

(subsystems), which made possible to simplify the multi-contact sensor and use multifunctional programmable generators, as well as to reduce the cost of their creation by 20-30%.

The practical significance of the results obtained lies in the possibility of increasing the efficiency of non-invasive diagnostics and correction of the functional state of a person through the use of a developed hardware complex (of the Quanton type), which provides an increase in the speed of processes by 1.5 - 2 times, reliability - by 1.3 times, expanding functionality 1.5 times and the effectiveness of the correction of the functional state with a reduction in the time of normalization to 5-10 days instead of 2-4 months.

The results of scientific research have been implemented in the International Academy of Sciences and Innovative Technologies (Ukraine), the «Centrum Aurana» rehabilitation and health center (Poland), in the private clinics «Health Secrets», «Gabinet Biorezonansu Dr Iwona Wysokowska» (Poland) and other medical institutions.

Key words: biotechnical system, non-invasive diagnostics, normalizing effect, microwave therapy, health-improving cycle, reliability, effectiveness of action.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

1. Ogorodnyk I. Ensuring a specified reliability level of complex spectral-binary diagnostics by the «Quanton» method. *Technology audit and production reserves*. 2019. No 2/2(46). P. 32-36. (фахове видання, включене до баз даних Index Copernicus, [1]findr, EBSCO, OpenAIRE та Ulrich's Periodical Directory).

2. Огородник І. М., Висоцька О. В., Сліпченко М. І., Тернюк М. Е. Обґрунтування принципів дії та визначення основних параметрів діагностично-оздоровчого комплексу «Quanton». *Radioelectronics & Informatics Journal*. 2019. No 3(86). P. 50-58. (фахове видання, включене до бази даних Index Copernicus).

3. Ogorodnyk I., Vysotska O., Ternyuk M., Bilovol H. Development of the method of structural and parametric synthesis of the Quanton diagnostic and health complex. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. No 4/9 (100). P. 42-51. (Scopus).

4. Огородник І. М., Висоцька О. В., Тернюк М. Е. Розробка діагностичних сенсорів на основі регуляторного механізму біосистем та їх реактивності. *Системи обробки інформації*. Харків, 2019, № 4(159). С. 93-98. (фахове видання, включене до баз даних Crossref, DOAJ, UNICHECK та Ulrich's Periodical Directory).

5. Огородник І. М., Висоцька О. В., Крутов О. В. Оптимізація по критерію продуктивності діагностично-оздоровчого комплексу «Quanton». *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. Харків, 2019. № 2(90). С. 137-146. (фахове видання, включене до баз даних Index Copernicus, INSPEC IDEAS, CiteFactor).

6. Огородник І. М. Quanton - інноваційний спосіб лікування хронічних станів. *ГРВ Технології. Можливості та перспективи* : зб. тез міжнар. наук-практ. конф., м. Санкт-Петербург, 14-18 травня 2017 р., Санкт-Петербург, 2017. С. 7-13.

7. Огородник І. М. Новий метод Quanton для діагнозування та лікування. *Хронічні захворювання без секретів - завдяки біофізичним та біоінформаційним методам* : матер. III загальнопольської конф., м. Кєльце, Польща, 4.11.2017 р. Кєльце, 2017. С. 14-15.

8. Огородник І. М. Express method of restoring physiological processes-Quanton. Матер. міжн. наук.-практ. конф. «Universum View», м. Краматорск, 28.09.2018 р. Краматорск, 2018. С. 238-239.

9. Огородник І. М. Експрес метод відновлення фізіологічних процесів організму людини – Quanton. *Сучасні теоретико-практичні аспекти у розв'язанні послідовності реалізації впровадження стратегії розвитку народної і нетрадиційної медицини у первинну ланку охорони здоров'я* : матер. наук. форуму з міжн. участю, м. Київ, 26 жов. 2018 р. К., 2018. С. 70-71.

10. Огородник І. М. Теоретичні передумови і практичні дослідження в питаннях створення апаратури для діагнозування живих біосистем та їх функціональної корекції. Сучасні технології промислового комплексу : матер. V-ї міжн. наук-практ. конф., м. Херсон, 10-15 вер. 2019 р. Херсон, 2019. С. 185-189.

11. Огородник І. М., Огородник Ю. І. Розробка індивідуальних мобільних діагностичних систем для використання в телемедичних мережах. *Інформаційні системи та технології в медицині.* II Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи та технології в медицині» ІСМ–2019 (м. Харків 28-29.11.2019р) : зб. наук. пр. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського. Х., 2019. С. 51-52.

12. Спосіб відновлення функціонально-фізіологічного стану людини: пат. 128776 Україна: МПК (2018.01) A61H 39/00 / І. М. Огородник, В.В. Крутов, В.П. Семенов, М.Е. Тернюк; заявл. 27.03.2018; опубл. 10.10.2018, Бюл. №19. 6 с.

13. Контактний пристрій діагностичного приладу: пат. 137450 Україна: МПК (2019.01) A61H 39/00 / І. М. Огородник, Ю. І. Огородник, В. В. Крутов, В. П. Семенов, М. Е. Тернюк; заявл. 22.03.2019; опубл. 25.10.2019, Бюл. №20. 6 с.

14. Спосіб діагностики функціонально-фізіологічного стану людини Quanton: пат. 137452 Україна: МПК (2019.01) A61H 39/00 / І. М. Огородник, Ю. І. Огородник, В. В. Крутов, В. П. Семенов, М. Е. Тернюк; заявл. 22.03.2019; опубл. 25.10.2019, Бюл. №20. – 6 с.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЇ…….…….....2

ВСТУП……...16

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ НЕІНВАЗИВНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ І ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ КОРЕКЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ БІОСИСТЕМ……..…….……...23

1.1 Принципи функціонування біологічних систем та механізми взаємодії електромагнітних полів біологічними об’єктами…….....23

1.2 Аналіз моделей і методів діагностики функціонального стану біологічних об’єктів із застосуванням імпедансу шкіри…..…….…….26

1.3 Аналіз методів корекції функціонального стану людини шляхом мікрохвильового впливу……...33

1.4 Аналітичний огляд засобів діагностики та електромагнітної корекції 41

Висновки до розділу 1……...54

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МЕТОДУ І МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СПРЯМОВАНОГО СИНТЕЗУ БІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ НЕІНВАЗИВНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ І МІКРОХВИЛЬОВОЇ КОРЕКЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ БІОЛОГІЧНИХ ОБЄКТІВ….…….....55

2.1. Загальні принципи, положення та моделі методу……..55

2.2.Інформаційні інваріанти та їх моделі для пошуку областей можливих рішень ...…….66

2.3. Загальний алгоритм синтезу біотехнічної системи……...108

Висновки до розділу 2……..…….……..112

РОЗДІЛ 3. СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОГО ПО ЕФЕКТИВНОСТІ АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ БІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ З РОЗШИРЕНИМИ ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ…….114

3.1. Визначення вихідних даних для синтезу апаратного комплексу біотехнічної системи з розширеними функціональними можливостями……114

3.2. Оптимізаційний синтез структури та параметрів апаратного комплексу біотехнічної системи з розширеними функціональними можливостями……..122

3.3. Технічна реалізація синтезованого апаратного комплексу біотехнічної системи з розширеними функціональними можливостями……....134

Висновки до розділу 3…….156

РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ БІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ «QUANTON»…….……...159

4.1. Загальна методика проведення експериментальних досліджень……..….159

4.2. Визначення ефективності застосування розробленого апаратного комплексу «Quanton»…….....160

4.3. Оцінка динаміки зміни показників біохімічного аналізу крові у кількісному та часовому вимірах……...183

4.4. Дослідження підвищення якості лікувально-діагностичного процесу……...…….185

4.5. Інформація про соціально-економічну ефективність застосування розроблених інноваційних приладів на основі методу Quanton ……..187

Висновки до розділу 4 ……189

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ……..190

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…..…….……....192

ДОДАТКИ……..……..…209

ВСТУП

Охорона здоров’я визнається одним із пріоритетних напрямів державної політики та одним із основних факторів національної безпеки країни. В статті 3 Конституції України говориться, що: «… людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю».[1]

Виходячи з цих положень основного закону України, в умовах забрудненого довкілля та постійно зростаючих стресогенних факторів, що вкрай негативно впливають на стан фізичного і психічного здоров’я людей, актуальним постає питання пошуку ефективних методів та створення апаратури для швидкого та точного діагнозування, корекції порушень та відновлення функціонування організму людини. При цьому також слід врахувати зростання ролі інформаційних технологій в організації медичного обслуговування населення, особливо тих, що проживають на віддалених і важкодоступних територіях або подорожують за межами своєї держави. Кожна людина має право отримувати відповідну спеціалізовану медичну допомогу в потрібному місці в потрібний час. Це є гострою соціальною і економічною потребою для всіх країн. [2]

Головною задачею в розвитку сучасних медичних технологій, повинно бути дистанційне діагнозування організму людини, використовуючи переважно неінвазивні методи, та індивідуальні не дорогі прилади, які можуть бути керовані зі смартфону. В такий спосіб кожна людина, не виходячи з дому, зможе за лічені хвилини надати своєму лікареві достовірну інформацію про стан організму. Це важливо для всіх людей, але особливо для тих, які подорожують, чи знаходяться у місцях де немає доступу до медичних служб. [3]

Суспільство вже звикло до сучасних методів електричного та електромагнітного діагнозування. На сьогоднішній день існує багато діагностичних систем, які дають можливість отримати: електрокардіограму (ЕКГ), що відображає електричну активність серця [4], електроенцефалограму (ЕЕГ), яка

детермінує електричну активність головного мозку [5], електроміограму (ЕМГ) для визначення електричної активності м'язів [6] тощо. Ці методи довели свою здатність неінвазивно виявляти патологічні процеси.

Енергоскануючі пристрої аналізують частоти хімічних речовин, тканин і органів нашого тіла. Здорові та хворі тканини мають різні електромагнітні властивості, які можуть бути виявлені в відсканованих зображеннях.[7]

Ортодоксальна медицина не мала труднощів з прийняттям діагностичних інструментів, заснованих на концепції енергії як інформації. Проблема полягає тільки в тому, що дані методи не можуть показати причину виявлених функціональних порушень та деструктивних змін в організмі людини. Крім того вище названі методи є вузько-профільними, тобто дозволяють отримати обмежену кількість інформації щодо функціонування однієї системи чи органу. Більше того, вони недоступні для мешканців віддалених територій та в районах зі слабо розвинутою медичною інфраструктурою. І на кінець, ці методи по суті являються виключно діагностичними і не мають логічного продовження своєї дії в напрямку ліквідації виявлених порушень.

Постає питання створення комп’ютеризованої системи [8], яка на підставі зібраної з організму різними шляхами діагностичної інформації буде проводити аналіз і видавати рекомендації для застосування певних алгоритмів дії в напрямку фізіологічної корекції та відновленню нормального гомеостазу. Крім того така система буде сама створювати найбільш оптимальну частотну терапевтичну програму для даної особи і виконає її невідкладно, поки програма не втратила своєї актуальності в часі. [9]

У зв’язку зі сказаним тема роботи, спрямованої на побудову біотехнічних систем для неінвазійного діагностування та корекції (відновлення) функціонально-фізіологічного стану людини мікрохвильовим впливом є актуальною.

Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами. 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 U 4003823, 1.01.2018 - 31.12.2020. Спрямованість роботи відповідає існуючим державним програмам розвитку науки, промисловості та охорони здоров'я.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є підвищення ефективності функціонування біотехнічної системи для неінвазивного діагностування і корекції функціонального стану біологічних об'єктів шляхом розроблення методу, моделей та інноваційного апаратного комплексу, що використовує явища зміни фізичних параметрів цих об'єктів під впливом інформаційних маркерів та мікрохвильового впливу дециметрового діапазону.

Для досягнення даної мети необхідне вирішення наступних задач досліджень:

- провести аналіз методів і засобів неінвазивного діагностування і мікрохвильової корекції функціонального стану біологічних об'єктів;

- розробити метод і моделі спрямованого синтезу біотехнічної системи для неінвазивного діагностування і мікрохвильової корекції функціонального стану біологічних об'єктів;

- синтезувати оптимальний по тривалості діагностично-оздоровчого циклу апаратний комплекс біотехнічної системи з розширеними функціональними можливостями, 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;

- виконати експериментальне дослідження ефективності функціонування синтезованого апаратного комплексу та встановити закономірність зміни ефективності в залежності від кількості сеансів мікрохвильового впливу дециметрового діапазону.

Об'єктом дослідження є процеси неінвазивного діагностування і електромагнітної корекції функціонального стану біологічних об'єктів.

Предмет дослідження – методи, математичні моделі та біотехнічні системи, що використовують явища зміни фізичних параметрів біологічних об'єктів під дією інформаційних маркерів та мікрохвильового впливу.

Основні методи дослідження: математичне та структурне моделювання, методи спрямованого структурного синтезу, методи параметризації структур та конкретизації параметрів, експериментальне дослідження зразків біотехнічної системи та апаратного комплексу по показникам функціональності, точності діагностичних вимірів, тривалості діагностично-оздоровчого циклу та ефективності.

Наукова новизна дослідження полягає у вирішенні важливої наукової та практичної задачі – розробленні методу, моделей та інноваційного апаратного комплексу, що використовує 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.

При цьому:

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* синтезовано 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), робота в якому скорочує термін самовідновлення стану біосистеми до 5–10 днів замість кількох місяців.

3. *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 послідуючим її зниженням за рахунок механізмів саморегуляції організму.

4. *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.

5. *Отримали подальший розвиток* конструкції елементного складу апаратного комплексу біотехнічної системи за рахунок збільшення функціональності її елементів (підсистем), що дозволило спростити багато-контактний датчик і використати багатофункціональні програмовані генератори, скоротити на 20-30% витрати на їх створення.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості:

1. 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;
2. Застосування методу спрямованого синтезу з використанням інформаційних інваріантів високоефективних біотехнічних діагностично-оздоровчих систем для забезпечення підвищеної функціональності, якості та прискорення процесу проектування апаратних комплексів.
3. Використання виявлених способів управління достовірністю та ефективністю процесу діагностування для забезпечення вищих експлуатаційних показників біотехнічної системи.

Результати наукового пошуку впроваджені 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.

Акти впровадження результатів дослідження наведені в додатку до дисертації.

Особистий внесок здобувача. При виконанні дослідження здобувачем основні наукові результати отримані самостійно. У працях, опублікованих з співавторами, здобувачем: [2] - розроблена ідеологія побудови діагностично-оздоровчого комплексу, обґрунтовані принципи дії та метод визначення основних параметрів; [3] - розроблені моделі та схема методу спрямованого синтезу комплексу; [4] - запропоновані схеми та моделі діагностичних сенсорів; [5] - надані моделі та критерії і обмеження, а також алгоритм синтезу комплексу «Quanton»; [12] - розроблена основна схема способу нормалізації функціонального стану біологічних об’єктів; [13] –запропоновані основні схемні та конструктивні рішення для контактного пристрою; [14] – визначена схема способу діагностики функціонального стану біологічних об’єктів.

Апробація результатів дослідження: результати наукових досліджень доповідались на 6-и Міжнародних науково-практичних конференціях: Міжнародна науково-практична конференція: "ГРВ Технології. Можливості та перспективи" 14-18 травня 2017р. (Росія, м. Санкт-Петербург); III Загальнопольська конференція із серії: «Хронічні захворювання без секретів – завдяки біофізичним та біорезонансним методам» 4.11.2017р. (Польща, м. Кєльци); 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).

Публікації по темі дослідження. По темі дисертації опубліковано 14 робіт, з них 5 робіт у фахових виданнях, у тому числі 1 – у міжнародному фаховому виданні, що входить до науковометричної бази «Scopus», 6 тез доповідей, 3 патенти України.

Структура та обсяг дисертації. Робота складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку використаної літератури та додатку. Ілюстрацій – 34, таблиць – 24. Загальний обсяг роботи – 217 стор., з них залікових – 157 стор.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ НЕІНВАЗИВНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ І ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ КОРЕКЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ БІОСИСТЕМ

1.1. Принципи функціонування біологічних систем та механізми взаємодії електромагнітних полів з біологічними об’єктами

Протягом багатьох років існували дві основні концепції — теорії щодо функціонування живих організмів. Більш поширеною теорією до сьогоднішнього дня є та, що визначає всі живі організми складеними з розрізнених складових, які називаються клітинами і організовані відповідно до фізико-хімічної взаємодії між собою. Цю теорію часто називають клітинною теорією життя, запропонованою Маттіасом Шлейденом та Теодором Шванном. Її автори базувались на роботах Ві́льяма Га́рвея (Harvey 1578-1657) — англійського лікаря і анатома, засновника сучасної фізіології та ембріології, та Антуа́на де Лавуазьє́ (Lavoisier 1743-1794), — французького науковця, одного із засновників сучасної хімії, які відповідно застосовували цю теорію для пояснення кровообігу, хімічної природи дихання і обміну речовин. При цьому аналіз базувався на механістичному постулаті, що життя є не більш, ніж складна реакція між розрізненими хімічними або атомними сутностями. Це означає, що живий організм дорівнює сумі його частин.[10]

Менш поширену теорію часто називають віталізмом. Віталізм стверджує, що живий організм більше, ніж сума його атомних складових. Віталізм по суті постулює, що існує неатомна сила, яка діє для організації атомних складових. Ця неатомна сила використовувалася для пояснення сталості форми організмів у часі, незважаючи на поточні хімічні реакції, сталість яких не могла бути пояснена теорією клітин.[11]

У 1920-х і 1930-х роках Гарольд С. Берр з Єльської медичної школи і Філмер С. Нортроп з Єльської юридичної школи виклали свою теорію, що стосується проблем як механізму, так і віталізму. Їх електродинамічна теорія стверджує, що

"структура або організація будь-якої біологічної системи встановлюється складним електродинамічним полем, яке частково визначається його атомно-фізико-хімічними компонентами і частково визначає поведінку і орієнтацію цих компонентів".[12]

Теорія синтезувала клітинні та віталізмові теорії, застосовуючи сучасну релятивістську фізику в біологічних системах, а формула А. Ейнштейна: $E = mc^2$ дозволила зрозуміти зв’язок енергії і речовини. Речовина (тобто молекулярно-атомний рівень) – це субстанція, яка створюється за рахунок частот вібрації енергії, тобто «затверділе» світло в корпускулярному стані на відміну від хвильового (тонкого).

Живий організм — це перш за все енергетична система, де діють ті ж закони термодинаміки, що і в неживій природі. Слід однак врахувати, що живі організми характеризуються деякими особливостями, які відсутні у фізичних об'єктів. Це, як відомо, розмноження, розвиток, саморегуляція і т.д. Тому енергетичний обмін таких систем має своєрідні якості, притаманні тільки відкритим динамічним біосистемам. [13]

Особливістю відкритих біосистем є те, що вони практично не мають зворотних процесів. Всі процеси, які в них протікають, мають незворотній характер, тобто супроводжуються збільшенням ентропії. Але, оскільки відкриті біосистеми функціонують за законами нерівноважної термодинаміки, то для них існує стаціонарний стан як найбільш впорядкований стан відкритої системи, при якій швидкість зростання ентропії мінімальна. [14]

Завдяки такому стану, який можна назвати «квазістабільним», біосистеми зберігають свою функціональність і підтримують в часі сталість своїх параметрів. Важливо й те, що в квазістабільному стані біосистеми мають максимальну здатність до саморегуляції. [15]

Ентропія в біологічних системах під впливом зовнішніх деструктивних факторів, таких, як: сильне електромагнітне випромінювання, геопатогенні, радіаційні та хімічні впливи, стрес тощо, може досягти рівня, при якому порушиться енергетичний баланс в життєво важливих функціях організму. Якщо

дисбаланс утримується тривалий час під постійним впливом деструктивного фактору, можуть змінитися потенціали клітинних мембран, що вплине на їх проникність. Можуть також порушитись окислювально-відновні процеси та кислотно-лужна рівновага, що не відповідатиме принципам саморегуляції даної біологічної системи, тобто виникнуть сталі функціональні відхилення. [16]

Принцип Гельфанда-Цетліна, що постулює необхідність максимальної автономності роботи підсистем біологічної системи, при якій остання функціонує оптимально і окремі її частини мінімально взаємодіють одна з одною. Цей принцип наголошує на необхідності існування зворотного зв’язку, що забезпечує стійкість системи [17]. Біосистема, як відкрита енерго-інформаційна, термодинамічно нерівноважна система [18] постійно знаходиться в квазістабільному стані і легко переходить в інший квазістабільний стан під впливом зовнішніх інформаційно-хвильових факторів, що збільшують або зменшують її ентропію. Будь-які подразники або спеціальні маркери (предмет, слово, образ, символ, музика, текст) можуть викликати зміну внутрішніх енерго-інформаційних процесів, переводячи біосистему в новий квазістабільний стан. Така зміна може відбуватися як за участю когнітивних функцій із залученням органів відчуттів, так і без них. Тіло людини здатне реагувати на введення в його інформаційний простір польових або матеріальних структур, що впливають на його ентропійність. Завдяки цим здібностям організм людини здатний адаптуватися і самовідновлюватися під впливом навколишнього середовища без участі органів відчуттів і свідомості індивідууму. [19]

1.2. Аналіз моделей і методів діагностики функціонального стану біологічних об’єктів із застосуванням імпедансу шкіри

Враховуючи той факт, що організм людини є відкритою інформаційною біосистемою — все, що відбувається в оточенні людини і до чого вона доторкається, миттєво фіксується лімбічною системою і відображається на стані вегетативної нервової системи, від якої залежить імпеданс шкіри [21]. Це створює можливість застосування фіксації зміни імпедансу шкіри для визначення наявних дисфункцій чи деструктивних процесів в організмі людини, не беручи до уваги її свідомість і функції сприйняття, такі як зір, слух чи нюх [19].

Реактивність відкритих біосистем на зовнішній вплив лежить в основі методу бінарної ідентифікації стану біосистеми, який базується на електродермальній активності (EDA) та симпатичній реакції шкіри — SSR (Sympathetic Skin Response) [20].

Ця активність відображає симпатичну холінергічну судомоторну функцію, яка, у свою чергу, викликає зміни імпедансу шкіри, тобто змінює її електричну провідність. Контролюючи чутливими сенсорами величину імпедансу шкіри можна з високою достовірністю оцінити який саме вплив його змінює. Це дає можливість створити автоматизований комплекс, в якому буде закладена база інформаційно-хвильових чи частотних маркерів, об’єднаних спеціальним алгоритмом. Розроблений комплекс почергово, або у певній конфігурації буде подавати для організму людини сигнали-запити відносно бінарної ідентифікації стану біосистеми і відслідковувати її реакцію за зміною імпедансу шкіри [22].

Будь-який сигнал, отриманий з біологічного джерела, можна назвати біосигналом. Джерело сигналу може бути на молекулярному рівні, на рівні клітин, або на рівні системи чи органу. Приклади використання біосигналів в діагностичних цілях – це: електрокардіограма (ЕКГ) — електрична активність окремих нейронів чи клітин серця; електроенцефалограма (ЕЕГ) — електрична активність головного мозку; електроміограма (ЕМГ) — електрична активність м'язів; фотоплетізмограмми (ФПГ) — неінвазивний сигнал, який визначається

пульсовими змінами обсягу крові в тканинах. Всі ці види діагностики і їм подібні відносяться до так званих функціональних методів діагностики, тобто тих, що відображають стан функціонування певного органу, чи системи.

Сучасні технології дозволяють отримувати велику множину каналів цих сигналів. Але вищеназвані методи не можуть показати причину виявлених функціональних порушень та деструктивних змін в організмі людини. Крім того вони недоступні для автономного користування у повсякденному житті.

Поняття «функціональний діагноз» як засіб, розкриваючий механізм хвороб, ввів в клінічний ужиток ще С. П. Боткін [23] для оцінки пристосувальних реакцій і компенсаторних можливостей хворого. М. С. Вовсі (1936) вважав застосування функціональної діагностики навіть більш важливим, ніж виявлення анатомічного діагнозу, «... так як при його допомозі намічається прогноз захворювання, його подальший перебіг і результат».[24]

На рис. 1 показані моделі неінвазивних методів функціональної діагностики та особливості діагностики з використанням біологічно-зворотного інформаційного зв’язку на основі шкірно-вісцеральної реакції.

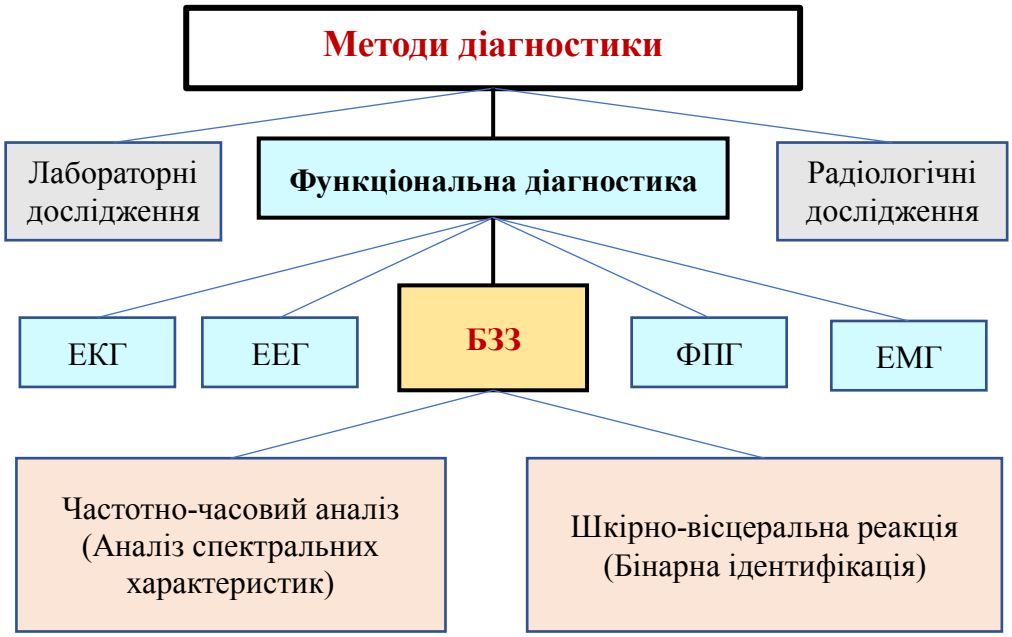


Рисунок 1.1 – Методи функціональної діагностики на основі біологічного зворотного зв’язку (БЗЗ)

Така діагностика є більш інформативною та дозволяє без порушення цілісності організму визначити дисфункції організму людини і їх причини. Окрім того, встановлено, що діагностика з використанням шкірно-вісцеральної реакції та біологічного зворотного зв'язку [20] дозволяє визначати параметри ефективного терапевтичного впливу та прогнозувати його дію.

Серед доступних методів функціональної діагностики на основі імпедансу є метод І. Накатані, метод електропунктури Р. Фолля (EIV) та метод вегетативно-резонансного тесту (ВРТ) Г. Шиммеля.

Метод І. Накатані дозволяє виявляти на тілі людини лінії з підвищеною електропровідністю, так звані "ріодораку", провідність яких залежить від стану органів і систем. За теорією Накатані будь-які зміни у внутрішніх органах неодмінно відображаються в певних місцях на шкірі де можна їх виміряти нескладним приладом. Цей феномен пояснюється вісцеро-шкірним симпатичним рефлексом. Відомо, що електропровідність шкіри залежить перш за все від стану симпатичної частини вегетативної нервової системи, стовбурових структур мозку і ретикулярної формації. Це відкрило принципову можливість перевіряти функціонування організму без проведення хірургічних або інших інвазійних тестів. Метод доступний, простий але не достатньо інформативний, крім того залежний від досвіду оператора, що суттєво обмежує його використання. [25]

Метод Р. Фолля передбачає вимірювання електричного опору шкіри в біологічно активних точках, стан яких залежить від стану відповідного органу. В своїй практичній роботі Фолль помітив залежність різного опору шкіри в конкретній точці на пальцях рук і ніг від запальних або хронічних процесів, які відбуваються в тканинах даного органу, що зв'язаний з цією точкою. Це склало початкову основу багатьох швидких та неінвазійних методів технічного діагнозування з реєстрацією параметрів для порівняння і моніторингу в процесі лікування. Головними недоліками методу є потреба виміру багатьох точок на руках і ногах та великого досвіду при вимірюванні та інтерпретації отриманої інформації. Крім того пацієнт має бути відповідно підготовлений, спокійний, з непошкодженою шкірою на пальцях рук і ніг. [26,27]

Однак, одним з найбільш популярних неінвазивних діагностичних методів у фахівців як альтернативної так і ортодоксальної медицини є метод вегетативно-резонансного тесту (ВРТ). Розроблений в 1978 році німецьким лікарем Хельмутом Шиммелем (H. Schimmel) [28,29] метод ВРТ розглядається в даній роботі як найбільш відповідаючий вимогам створення автоматизованого комплексу для функціональної діагностики з заданим рівнем достовірності.

Відомо, що живий організм і його біологічні структури є джерелами надзвичайно слабких електромагнітних коливань. Електромагнітні коливання в організмі - це рівень управління, вони стимулюють і контролюють всі процеси життєдіяльності в організмі.[30,31]

При впливі зовнішніх і внутрішніх хвороботворних факторів, наприклад техногенні впливи, хімічні отруєння та інфекції, виникають нові джерела електромагнітних коливань - патологічні, не характерні для організму. Патологічні коливання збільшують ентропію біосистеми порушуючи її стабільність та здатність до саморегуляції. [32]

Щоб визначити який саме деструктивний вплив відбувається на організм, та які органи чи системи знаходяться в дисбалансі, Х. Шиммель вперше застосував явище симпатичної шкірної реакції (SSR) [20], яке відображає реакцію організму в цілому на введення в вимірювальний контур спеціальних маркерів, що являють собою енергетичні копії матеріальних субстанцій, які при дотику до тіла впливають на ентропію біосистеми.

При тестуванні використовується тільки одна репрезентативна точка на руці, або невеличка зона, в якій фіксується зміна імпедансу шкіри на підключений до тіла препарат за принципом: «так – ні». Якщо тіло реагує на препарат зміною імпедансу шкіри, то це означає, що цей препарат має дію на організм, не реагує – нейтральний. Тобто відбувається бінарна ідентифікація стану організму.[19,33]

Для цього методу застосовуються спеціальні інформаційні одиниці – маркери, що створюються з нозодів – біологічних тканин органів, бактерій, вірусів, паразитів, токсичних та інших патогенних матеріальних субстанцій [34]. Ці

маркери копіюються потім у вигляді просторових зарядів до інтегральних електронних схем – Постійних Запам’ятовуючих Пристроїв (ПЗП).

Для зберігання інформації використовується репрограмований постійний запам'ятовуючий пристрій на n-МОП-структурах. Такі запам'ятовуючі пристрої будуються на основі фізичного явища зберігання заряду на кордоні між двома різними діелектричними середовищами або провідником і діелектриком. [35]

Діелектрики, володіючи низькою електропровідністю, здатні тривалий час зберігати створений в них нерівноважний просторовий розподіл електричного заряду. Формування такого розподілу може здійснюватися різними способами. У сегнетоелектричному діелектрику зарядовий рельєф може бути створений за допомогою формування в кристалі доменної структури із заданим розташуванням заряджених доменних стінок. [36,37]

Сигнали біологічних структур, необхідних для тестування, можна копіювати і зберігати в електронному пристрої, так званому електронному медичному селекторі, який може містити понад 30 тисяч зразків. Перевіряючи різні маркери, відібрані для тестування за спеціальними алгоритмами, оператор знаходить хворі органи за принципом: є реакція організму на маркер певного органу – в цьому органі є проблема; є реакція на конкретний вірус – цей вірус є в організмі. Великою перевагою такого підходу є те, що, об’єднуючи різні маркери в певній конфігурації, можна визначити причину виявленої дисфункції в конкретному органі та знайти оптимальний шлях для її ліквідації, прогнозуючи при цьому ефективність вибраної терапевтичної дії. [33,38]

Суттєвий недолік всіх розглянутих методів — суб’єктивізм при тестуванні і необхідність великого досвіду роботи, від якого залежить достовірність отриманої інформації. Все це перешкоджає стандартизації методів для використання в широкому колі фахівців медицини.

В останні кілька років інтерес був приділений частотно-часовому аналізу, особливо в додатках до обробки біологічного сигналу. Фактично, аналіз в частотній області є добре стандартизованим інструментом для кількісної оцінки багатьох клінічних і фізіологічних явищ. [39]

Тому наступним методом, який розглядається для застосування в комплексі функціональної діагностики, є метод частотно-часового аналізу, який лежить в основі роботи так званого «Комплексу Медичного Експертного» — КМЕ.

Фізичний принцип роботи методу полягає в реєстрації стохастичних (шумових) характеристик власного електричного поля людського організму в пасивному, не інвазійному режимі. [40]

Комп'ютерна програма, закладена в КМЕ, використовує найбільш популярний метод аналізу частотних складових вхідного сигналу - перетворення Фур'є [41], математичний опис якого виражається формулою (1):

$$S(\omega) = F\{s(t)\} = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-j\omega t} dt \,. \tag{1}$$

Комплексна функція S(ω) називається комплексним спектром сигналу і показує набір коливальних компонент сигналу. Діагнозування методом КМЕ відбувається шляхом отримання індивідуальної характеристики електромагнітного поля людини за допомогою простого ємкісного датчика у вигляді двох ізольованих одна від одної металевих пластин, підключеного до мікрофонного гнізда комп’ютера. Датчик може доторкатися тіла людини, або бути в його полі в будь-якому місці. Програма перетворює зареєстровані шумові характеристики в гістограми, порівнюючи їх з аналогічними середньостатистичними шумовими характеристиками біологічних структур організму людини, які були попередньо скопійовані до бази даних.

Використовуючи метод аналізу спектральних характеристик можна визначити відповідність реального стану організму до характеристик органів і систем, а також процесів (як фізіологічних, так і патологічних), що зберігаються в базі даних системи у вигляді спектрально-динамічних (СД) маркерів. [42]

Даний метод дозволяє набагато швидше ніж ВРТ оприділити патологічні процеси в організмі не опираючись при цьому на досвід фахівця та виконати компенсаційну терапевтичну програму, яка дасть загальне зміцнення організму та постимулює процеси саморегуляції.

Однак КМЕ теж має ряд недоліків, а саме:

В силу нестабільності процесів у відкритій біосистемі і відносно високим рівнем ентропії, спектральний аналіз без зворотного звязку не може бути застосований для глибокого аналізу стану біосистеми, особливо що стосується оцінки функціональних процесів живих організмів. У тілі людини кожну секунду відбуваються мільйони біофізичних і біохімічних реакцій, які складають унікальний і індивідуальний енергоінформаційний патерн, що відрізняється від інших людей. Це означає, що крім індивідуальності живі організми ще мають мінливість в часі і в просторі, в якому перебувають, тобто залежні від середовища свого існування і постійно до нього пристосовуються. Виходячи з вищесказаного, діагностика, що не використовує біологічно-зворотний зв'язок, покаже нам тільки "скріншот" динамічного стану біосистеми, тобто покаже, що відбувалося в організмі в даний момент часу, а не сталу тенденцію до патологічного процесу. Доказом цього є виконання процесу діагностування системою КМЕ кілька разів підряд з невеликою перервою (кілька хвилин) між вимірами: результати можуть суттєво відрізнятися.

Крім того, відсутність алгоритмів підключення маркерів і логічного аналізу, отриманої від біосистеми інформації про її стан, не дають можливості відслідкувати залежність між маркерами та, відповідно виявити причину дисфункції. В результаті можуть бути проігноровані дані про порушення життєвоважливих функцій організму і як наслідок відсутність конкретних і невідкладних дій для їх ліквідації.

Враховуючи неповторну унікальність кожної окремої біосистеми - це істотно зменшує вірогідність тестування, що не дає можливості об’єктивно оцінити стан організму, та спрогнозувати ефективність терапевтичного впливу. Крім того виключає можливість вести діалог з організмом за принципом зворотного зв’язку, що надзвичайно важливо при вирішенні складних питань, зв’язаних з нашаруванням патологічних процесів.

Всі ці, та їм подібні діагностичні методи мають суттєві недоліки, які не дозволяють стандартизувати їх для широкого застосування в галузі ортодоксальної

та альтернативної медицини. Тому була поставлена задача об’єднати позитивні сторони цих, окремо взятих методів в єдину систему, яка дасть можливість отримати високу діагностичну достовірність та швидкодію враховуючи, при цьому неінвазивність її застосування. Окрім того, це дозволить стандартизувати метод з подальшою сертифікацією для широкого застосування в сфері надання оздоровчих послуг та для персонального ужитку.

1.3. Аналіз методів корекції функціонального стану людини шляхом мікрохвильового впливу

Що до корекції фізіологічних процесів то існуючі системи пропонують в основному компенсаційний вплив на організм, який не ліквідує глибоких патологічних порушень та не має пролонгованої дії.

Якщо серед існуючих методів функціональної діагностики ще можна знайти такі, що відповідають критеріям створюваного комплексу, то в сфері терапевтичного впливу ефективних, швидкодіючих, мобільних та без побічних ефектів методів знайти набагато важче. Тому був зроблений аналіз наукових джерел та проведена практична 12-річна дослідницька робота з понад 3500 пацієнтів у центрі біорезонансних технологій «Aurana», що в місті Варшава (Польща), по виявленню найбільш оптимального та ефективного терапевтичного впливу на організм людини з ціллю відновлення процесів саморегуляції та функціонування органів і систем.

Вступний аналіз наукової інформації зі світових джерел показав доцільність застосування енергоінформаційних методів корекції фізіологічних процесів в біологічних системах.

Як зауважив лауреат Нобелівської премії, біохімік Альберт Сент-Дьєрді: «У кожній культурі і в кожній медичній традиції до нашого часу зцілення здійснювалося шляхом переміщення енергії». [43]

У роботах Національної академії наук США вказується, що багато з регулюючих хімічних речовин організму, такі як гормони, подорожують зі

швидкістю менш ніж сантиметр за секунду, в той час як електромагнітна хвиля за цей час могла б пролетіти три чверті відстані до Місяця. [44]

Професор Ліптон вказує, що велика частина інформації, яка передається за допомогою хімічної дифузії, втрачається, оскільки асоціативні і дисоціативні процеси скеровані на створення та руйнування хімічних зв'язків. Ліптон в своїх роботах доводить переваги енергетичного біоуправління в біологічній комунікації. [45]

Доктор Отто Варбург, лауреат Нобелівської премії, виявив, що клітини здорових людей мають транс-мембранний потенціал (ТМР) 70-100 мВ, клітини людей з хронічними захворюваннями мали потенціал від 30 до 50 мВ, в той час як у онкологічних хворих напруга на мембрані клітини була ще меншою: 15-20 мВ. Від потенціалу на клітинній мембрані безпосередньо залежить робота клітини. Онкологічний процес не може розвиватися в клітинах з високим зарядом клітинної мембрани. Ось чому не існує раку серця, так як це м'яз, який має найвищу напругу ніж будь-який орган в організмі. [46]

Дослідження професора Герберта Фреліха з Ліверпульського Університету дозволяє припускати, що фосфоліпідний шар – це рідкокристалічний шар на клітинній мембрані, вібруючий в певному діапазоні частот (Фреліх-частоти), може «синхронізувати активність всіх мембран і цілих систем». Науковець продемонстрував, що при досягненні певного порогового рівня енергетичної сили «частинки починають вібрувати в гармонії, аж до досягнення високого рівня когерентності». [47]

Доусон Черч в своїй книзі писав: «Властивості напівпровідникової сполучної тканини, клітини якої вступають в резонанс, забезпечують швидкість і енергію, набагато більше, ніж інші сигнальні механізми». [48]

Згідно Mae-Wan Ho, яка стверджує, що кристалічна структура тканин і органів веде до гармонійного резонансу цілої структури організму: «Коли когерентність досягне певного рівня … тіло поводиться, як кристал … Найвищий рівень буде досягнуто тоді, коли всі атоми почнуть коливатися в одній фазі». [49]

Ще в 1970-х роках біофізиком Оксфордського університету C.W.F. McClare було проведено ряд досліджень, які вказують, що електромагнітні частоти в сотні разів ефективніші, ніж хімічні сигнали, такі як гормони і нейротрансмітери для передачі інформації в біологічних системах. [50]

Вище описані дослідження підтверджують, що структура біологічних організмів має енергетичне поле і всі структури всередині організму, мають індивідуальні біофізичні параметри, такі як: частота вібрацій, поляризація, магнітне поле, тощо. Це також стосується всіх регуляторних процесів в організмі, що означає можливість впливу на біофізичні процеси відповідно сигналом, з чітко визначеними частотами, повертаючи рівновагу гомеостазу.

Багато авторів зазначають, що неінвазивність в діагностуванні та лікуванні повинна бути першочерговим фактором у визначенні методів та напрямків лікування. В книзі “Енергетична медицина” Девід Фейнштейн пише: “Неінвазійні методи лікування зазвичай можна розглядати в медичних установах відповідно до принципу, згідно з яким, найменш інвазійна міра, яка може вплинути на хворобу, повинна бути застосована першою”.[51]

Всі ці положення вказують на те, що первинною в управлінні біологічними структурами є біоінформаційна та енергетична комунікація, а не хімічні процеси і головний акцент має робитися на неінвазивних методах діагнозування і терапії, які не порушують цілісність біосистеми, вносячи при цьому деструктивний вплив на натуральний перебіг фізіологічних процесів. Як писав видатний німецький біолог Ернст Майр: «…будь-яка органічна система має настільки велику кількість зворотних зв'язків, гомеостатичних механізмів і потенційних множинних шляхів обміну, що завдання дослідження такої системи вимагає руйнування її, тому аналіз стане неможливим». [52]

Виходячи з принципу, що організм людини - це відкрита інформаційна, термодинамічно неврівноважена система, маємо розуміти залежність такої біосистеми від середовища, в якому вона перебуває та від перебігу внутрішніх процесів, скерованих на підтримання гомеостазу і контролювання багатьох життєвоважливих функцій.

Підтримання гомеостазу при деструктивних зовнішніх і внутрішніх впливах можливе тільки при дотриманні системності та впорядкованості всіх інформаційно-енергетичних зв'язків біосистеми, що називається когерентністю. Чим вища когерентність системи – тим більша стабільність процесів в даній системі, та менші енерговитрати на підтримання функціональності даної системи. Крім того висококогерентна біосистема краще і швидше адаптується до змін середовища, в якому вона знаходиться.

Феномен квантової когерентності в біологічних системах вперше ввів Герберт Фреліх, який стверджував, що якщо енергія метаболічної активності досить велика, а діелектричні властивості задіяних в процесі матеріалів досить екстремальні, то існує можливість виникнення макроскопічної квантової когерентності, аналогічної тій, що виникає в феномені надпровідності і надплинності. З деяких пір існує навіть пряме підтвердження передбачених Фреліхом внутрішньоклітинних коливань з частотою 10^{11} Гц міліметрового діапазону. [53]

Г. Фреліх в 1977-1988 рр. обґрунтував теоретично і отримав експериментальні докази факту вироблення живими клітинами змінних електромагнітних полів. Потужність електромагнітних коливань, випромінюваних електричними диполями клітинних мембран, дорівнює приблизно 10-23 мВт у вузькій смузі частот. Отже, для живих клітин настільки низька величина потужності є значущою величиною, тобто клітини чутливі до зовнішніх випромінювань у надвисокочастотному діапазоні з потужністю такого ж порядку величин. [54]

Великий вклад в розвиток вітчизняної квантової медицини зробив професор Київського університету ім. Шевченка, доктор фізико-математичних наук С.П.Сітько, який розглядає організм людини як живу, самоорганізуючу квантову систему і дисипативну (реакція, що проходить у нерівноважних умовах, наближаючи систему до стану рівноваги) структуру, утворену в результаті нерівноважного фазового переходу, яка постійно відтворює себе завдяки процесам самоорганізації. Зазначений підхід дозволяє виділити серед дисипативних структур живі організми як особливий клас стійких цілісних систем. [55,56]

Встановлено, що в разі функціональних порушень організм людини набуває високої чутливості до електромагнітного випромінювання надвисокої частоти (ЕМВ НВЧ), яка резонансно залежить від частоти в локалізованій на поверхні тіла точці. [57]

Фізіологічну концепцію НВЧ-ефекту висунув І.В. Родштат [58]. Відповідно до цієї концепції первинної мішенню НВЧ-випромінювання є молекули води, пов'язані з білковими структурами шкірного колагену. Електретний стан колагену і його п'єзоелектричні властивості обумовлюють порушення чутливого нервового волокна в шкірних рецепторах - тільцях Руффіні. [59]

У зоні досяжності НВЧ-випромінювання в шкірі розташовується безліч структур: шкірні рецептори, вільні нервові закінчення, імунокомпетентні клітини (Т-лімфоцити), мікрокапілярні кровоносні судини. Після збудження шкірних тканин інформація передається по звичайним для організму каналах, пов'язаних із захисною і регуляторною системами організму. [60]

У роботах професора Н.А. Темур'янц показаний результат впливу ЕМВ НВЧ на нервову, ендокринну та імунну системи, який виражався в збільшенні захисно-пристосувального потенціалу системи крові здорових людей і інтактних тварин. [61]

На думку Н.Н. Лебедєвої, [62] первинною молекулярною мішенню при впливі НВЧ-хвиль є рецепторні білки на клітинних мембранах. Вплив на них здійснюється через молекули пов'язаної з ними води, внаслідок чого білки переходять в функціонально активний стан і впливають на метаболічні процеси в клітинах. Підтвердженням цього підходу служать зміни фізико-хімічних властивостей крові хворих і ліпідного складу клітинних мембран під дією НВЧ-випромінювання. В силу того що більшість процесів, що відбуваються в живому організмі, залежить від роботи калій-натрієвого насосу в клітині, за допомогою НВЧ-сигналів принципово можна управляти різними процесами в організмі. [63]

Відомо, що з підвищенням частоти забезпечується можливість передачі інформації більшої щільності. В організмі це відповідає існуючій диференціації: інтенсивний обмін великих інформаційних масивів характерний для процесів

біохімічних реакцій, що забезпечують життєдіяльність організму та протікають на клітинному рівні. Ще більшою інтенсивністю, ці процеси протікають на рівні клітинних органел і молекулярному рівні, в тому числі РНК і ДНК. [70]

У 1984 році, професор КНУ ім. Шевченка С.П. Сітько та В.Й. Сугаков з Інституту ядерних досліджень НАН України висунули гіпотезу когерентності дії діапазону НВЧ на білкові структури живих організмів.

Пропонована Сітько і Сугаковим гіпотеза означає наступне: "*Електромагнітні хвилі діапазону 45-65 ГГц, виникаючи в організмі в результаті переходів між підрівнями триплетного спінспінового розщеплення, забезпечують універсальну далекодіючу когерентність, яку не обмежують неоднорідності реальних живих структур".*[64]

Електромагнітне поле в цьому діапазоні особливо сильно поглинається водою, а оскільки всі живі організми на Землі містять багато води, то вплив на них точно визначеними частотами низькоінтенсивним полем – є дуже сильним (носить резонансний характер) і викликає перехід біосистеми в інший енергетичний стан, як у квантовій системі.

Експерименти показали, що людський організм з функціональними порушеннями здатний розрізняти надзвичайно малі зміни частоти зовнішнього електромагнітного випромінювання міліметрового діапазону. У міру одужання реакція організму на електромагнітне поле слабшає, і здорові люди практично не чутливі до потоків такого рівня, тобто коли організм переходить у стійкий стан, він не чутливий до флуктуацій. [65]

Численні дослідження, проведені більше 30 років тому школою академіка М.Д. Девяткова на експериментальних тваринах і найпростіших, показали, що ЕМВ міліметрового діапазону з щільністю потужності до 10-15мВт/см2 не роблять шкідливої дії на біологічні об'єкти, а в багатьох випадках дають позитивний вплив. [66-67]

Новий напрямок розвитку застосування ЕМВ НВЧ-діапазону отримало з 1980 -1982 рр, коли одеські і київські дослідники (В.А. Недзведська, І.С. Черкасов, С.П. Сітько, І.І. Талько, Е.А. Андрєєв, В.А. Куценок і ін.) застосували їх при лікуванні

окремих захворювань (асептичний некроз шийки стегнової кістки, виразкова хвороба шлунка та дванадцятипалої кишки та ін.). За 1984-1985 рр. було проведено лікування понад 600 хворих на виразкову хворобу шлунка і дванадцятипалої кишки і більше 200 хворих з іншими різними захворюваннями. [68]

За час роботи тимчасового наукового колективу під егідою Київського Університету ім. Т.Г. Шевченка, Київського інституту ортопедії і травматології і Київського медичного інституту ім. акад. А.А. Богомольця не тільки при цих, а й інших захворюваннях клінічно, експериментально і додатковими методами дослідження на досить високому науковому рівні обґрунтовано доцільність застосування ЕМВ НВЧ-діапазону в медицині. Після чого наказом Міністерства охорони здоров'я СРСР № 413 від 10.05.1989 дозволено застосування ЕМВ НВЧ-діапазону в медицині і рекомендовано для широкого застосування в практиці охорони здоров'я. В даний час ЕМВ НВЧ-діапазону застосовуються практично у всіх областях медицини. Вони відомі як мікрохвильова рефлексотерапія, мікрохвильова резонансна терапія (МРТ), КВЧ-терапія, інформаційно-хвильова терапія (ІХТ) і ін. Всі вони доповнюють наукове поняття «інформаційна медицина». [69]

Відомо, що вплив мікрохвилями супроводжується відбиттям, проникненням і поглинанням їх енергії, що залежать від довжини хвилі. Для вибору методу важливе значення має глибина проникнення мікрохвиль в тканини організму. Прийнято вважати, що міліметрові хвилі поглинаються самими поверхневими шарами шкіри, сантиметрові хвилі - шкірою і підшкірно-жировою клітковиною, а дециметрові - м'язами і внутрішніми органами. В середньому міліметрові хвилі проникають на глибину до 1-2 мм, сантиметрові - 3-5 см, а дециметрові - 8-10 см. [67]

Класична НВЧ (КВЧ) - терапія передбачає застосування пристроїв з фіксованою частотою випромінювання 42,2; 53,5; 60,1 ГГц і довжиною хвилі 7,1; 5,6; 4,9 мм, однаковою для всіх пацієнтів. [71]

Однак в процесі нашого 12-літнього дослідження в пошуку найбільш оптимального впливу на людський організм, було встановлено, що різні тканини,

органи і системи, де є які-небудь органічні або функціональні зміни, навіть на доклінічному періоді, і організм людини в цілому, реагували на різні частоти в основному в діапазоні дециметрових хвиль. Тобто основний терапевтичний частотний діапазон, який потребує організм людини для відновлення своїх функцій, та на який реагує зміною імпедансу шкіри, лежить між 500 МГц та 3 ГГц дециметрового діапазону.

В ході практичних досліджень було відкрито новий спосіб пошуку відповідних резонансних частот, який полягає на застосуванні біологічного зворотного зв'язку з організмом при дії генератора дециметрових хвиль через відповідні маркери-фільтри. [72]

Причому, у всіх пацієнтів, незалежно від патологічного процесу, організм «відгукувався» відповідними сенсорними реакціями на абсолютно різні частоти, актуальність яких була обмеженою в часі. Тобто частота, яку визначив собі організм для ліквідації, наприклад, запального процесу в органі, буде ефективною тільки 2-3 дні. Потім, під дією ентропійних процесів в організмі і впливі зовнішнього фактору, частота для ліквідації цього стану зміниться. У той же час, проводячи лікування якогось захворювання на підібраній індивідуальній, резонансній частоті, організм людини отримував виражений терапевтичний ефект не тільки основного, а й супутніх захворювань, які не визначались для терапії в тому самому часі. Окрім того, була відмічена позитивна дія ЕМВ НВЧ-дециметрового діапазону на весь організм, про що свідчать постійно зростаючі адаптаційні резерви та задовільний стан пацієнта.

З цієї причини технічний розвиток виробництва генераторів електромагнітного випромінювання високих і надвисоких частот відкрив перед дослідниками таку область частот електромагнітного поля, до впливу яких живі організми виявилися несподівано чутливі. [73]

1.4. Аналітичний огляд засобів діагностики та електромагнітної корекції

Методи швидкої неінвазивної діагностики та безмедикаментозного відновлення функціонально-фізіологічного стану людей набувають в останній час все більшої популярності. Це пов’язано з тим, що такі методи мають суттєві переваги, які полягають у оперативності дії, відсутності побічних ефектів та можливості їх застосування поза медичними закладами.

Для реалізації зазначених методів можуть застосовуватись діагностично-оздоровчі комплекси, що мають різні функціональні можливості, різні рівні технізації та використовують при цьому різні біофізичні ефекти (оптичні, акустичні, магнітні, термічні, ядерно-резонансні, хвильові та інші). Одним з таких комплексів є комплекс «Quanton» [74], що поєднує спеціальні бінарний – 1 та спектральний – 2 (рис.1.2) методи отримання інформації про стан організму та характеристики потрібного нормалізуючого впливу на нього і реалізує мікрохвильовий метод оздоровчого впливу. На рис. 1.2 приведена загальна схема біотехнічної системи, яка реалізує вищенаведені методи.

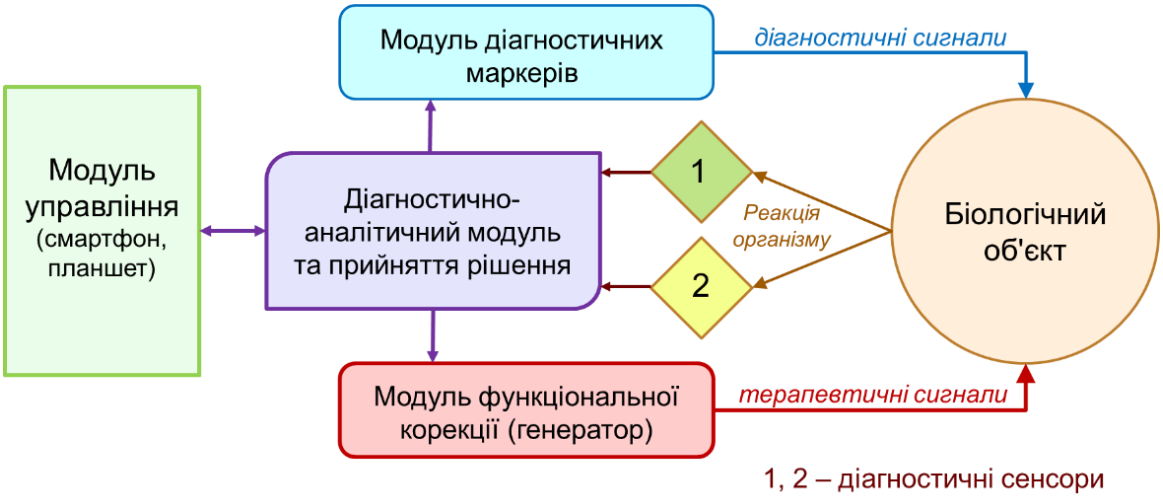


Рисунок 1.2 – Загальна схема біотехнічної системи

Принцип дії такої системи полягає на реакції біологічного об’єкта на діагностичні сигнали, що подаються в певному алгоритмі з модуля діагностичних маркерів. Реакція відслідковується двома незалежними сенсорами: імпедансним -

1 і ємкісним - 2, які фіксують шкірно-вісцеральний рефлекс та спектральні характеристики біосистеми. Сенсори підключені до діагностично-аналітичного модуля, чим замикають коло біологічного зворотного звязку біотехнічної системи при визначенні дисфункцій біооб’єкту. Для визначення параметрів впливу від аналітичного модуля надходить відповідний сигнал на модуль функціональної корекції. Останній, в свою чергу, синтезує терапевтичні сигнали та надсилає їх до біооб’єкту з ціллю визначити параметри ефективного терапевтичного впливу. Відповідь біооб’єкту реєструється сенсорами 1 і 2, чим і замикається друге коло біологічного зворотного зв’язку при визначенні необхідних параметрів терапевтичного впливу.

У наведеній на рис. 1.2 моделі врахована можливість реалізації двох принципових відмінностей запропонованої системи від існуючих. Перша - можливість підвищити вірогідність діагностики та отримати інформацію про глибинні патологічні процеси, які мають початкову стадію свого розвитку та не визначаються за допомогою традиційних медичних засобів. Друге – можливість вести діалог з біооб’єктом, переводячи тим самим його з об'єкта дослідження в активний суб'єкт, який сам визначає свій стан та параметри впливу. Останнє є необхідною умовою для реалізації комплексно-оптимізованих біотехнічних систем по критерію ефективності, оскільки дозволяє визначати самою біосистемою параметри терапевтичного впливу з використанням високочастотного сигналу для ліквідації конкретної її дисфункції.

Разом з цим до теперішнього часу в опублікованих роботах та практичній діяльності невідомий метод обґрунтування принципів дії цього комплексу на етапах діагностики і оздоровчого впливу. Особливо що стосується забезпечення заданого рівня достовірності, швидкодії та ефективності процесів, визначення його основних конструктивних, технологічних і експлуатаційних параметрів. Це не дозволяє виконувати структурно-параметричну оптимізацію комплексу.

У той же час виявлені фундаментальні закономірності реакцій організму людей на певні інформаційні та електрохвильові біорезонансні впливи. Ці закономірності проявляються у вигляді змін значень окремих фізичних та

біохімічних параметрів тіла, які можуть бути об’єктивно виміряні та використані для створення ефективних діагностично-оздоровчих комплексів. Тому актуальною є обґрунтування вказаних принципів дії та визначення параметрів комплексу «Quanton».

В опублікованих патентах [75,76] описані електронні способи та засоби діагностики порушень функціонально-фізіологічного стану людей. Наявні описи підходів до дослідження та математичного моделювання процесів діагностики дисбалансу метаболічних процесів [77], інфаркту міокарду [78], ожиріння [79], гіпертонії [80]. Наведені у цих роботах рішення дозволяють створювати діагностичні комплекси для визначення локальних порушень в організмах, але не дають цілісного уявлення про здоров’я. Крім того, такі комплекси не дозволяють визначати способи та параметри оздоровчого впливу на організм. На базі способу [81] можна побудувати діагностично-оздоровчий комплекс «Quanton», який має розширені функціональні можливості, але у патенті не описаний метод синтезу та оптимізації такого комплексу.

У багатьох опублікованих роботах детально розглянуті особливості конкретних видів технічних і технологічних систем та їх елементів для медичних потреб. Зокрема, у статті [82] показана необхідність врахування людського фактору при розробці людино-машинного інтерфейсу. У статті [83] зроблено опис методу оптимізації процесу обробки інформації із замкненою петлею, щоб підвищити ефективність комп'ютерних інтерфейсів мозку на основі візуально викликаних потенціалів. Разом з цим, у зазначених статтях метод синтезу потрібних для цього комплексів також не описаний.

У роботі [84] показано, що імовірнісні діагностичні системи підтримки прийняття рішень мають потенціал для прискорення діагностики рідкісних захворювань, пропонуючи диференційовані діагнози для лікарів, засновані на введенні випадку та включені медичні знання. Але в цій статі не визначені способи забезпечення вищої ефективності та належної достовірності систем діагностики. У матеріалах симпозіуму [85] представлений інтерактивний підхід до комп’ютерної медичної діагностики. Але шляхів забезпечення її вищих експлуатаційних

показників також не визначено.

У дослідженні [86] обґрунтовано тезу про збільшення інтересу до застосування мікрохвильових систем у сучасній медицині. Однак, зазначена робота, відзначаючи актуальність застосування нових підходів до вирішення проблем діагностики та нормалізації функціонально-фізіологічного стану людей, не дає методів створення інтегральних комплексів для їх вирішення. У той же час, у технічній літературі розкрито багато питань, які створюють наукову основу для вирішення базових завдань, пов’язаних зі створенням зазначених комплексів.

Одним з найважливіших елементів таких комплексних систем є отримання достовірної діагностичної інформації про стан організму людини неінвазивним шляхом. В останні роки значний інтерес розробників діагностичних методів і приладів був приділений частотно-часовому або спектральному аналізу спектру випромінювання сигналів біологічного об’єкта. Такий аналіз став добре стандартизованим інструментом для кількісної оцінки багатьох клінічних і фізіологічних явищ, прикладом чого є роботи [87] та [88]. Багато уваги приділялось також методу вимірювання імпедансу тіла. На основі вимірів імпедансу розроблений також метод бінарної ідентифікації стану біосистеми, який базується на електродермальній активності (EDA) та симпатичній реакції шкіри (SSR) [89]. Але з вказаних робіт не випливає метод структурно-параметричного оптимізаційного синтезу, що має на меті підвищити функціональність та ефективність комплексу «Quanton».

Узагальнений підхід до системного конструювання техніки викладено у книзі [90]. Розширити можливості синтезу дозволяє класичній робота [91], де запропонована система елементарних функцій і метод варіантного проектування техніки. У монографії [92] викладені теоретичні положення та приклади застосування об’єктно-орієнтованого підходу до задач синтезу. У роботі [93] описана загальна система вирішення задач моделювання та використання при цьому інформаційних баз. Наявні також публікації, які показують можливість застосування періодичної системи технічних елементів [94] та загальних законів розвитку техніки при створенні технічних інновацій [95]. Описані можливості

системного управління швидкодією [96] та енергоефективністю [97] технічних комплексів загального виду.

У той же час, для знаходження гранично ефективних рішень при створенні діагностично-оздоровчого комплексу «Quanton» потрібно мати досить повну, функціонально цілісну методику, яка б дозволяла виконати спрямований структурно-параметричний синтез та оптимізацію даного комплексу.

З огляду на складність завдання, найбільш ефективним науково-методологічним засобом їх вирішення виступає системний підхід. Розвитку теорії систем і системної методології присвячена велика кількість робіт, зокрема [98-101].

Системні дослідження мають теоретичну спрямованість і доповнюють експериментальні дослідження традиційної науки, поглиблюють її методологічний апарат шляхом розвитку численних аспектів. В даний час системологія розглядається як другий вимір науки. Концептуально це представлено в [102]. При цьому підкреслюється, що в рамках першого виміру наука, техніка та інші області класифікуються за спостережуваним явищам і / або розглядаються завданням. Другий же вимір ґрунтується на класифікації за структурними властивостями (за властивостями відносин). У згаданій роботі у вигляді програмного проекту запропонована експертна система - універсальний вирішувач системних задач, в якій типи системних задач визначені спільно з методами їх вирішення. При цьому особливо підкреслюється, що універсальний вирішувач системних задач - не працююча система, а дуже великий проект, що містить постановку повного безлічі системних задач, частина яких до моменту написання книги була реалізована. Робота над іншими триває і в даний час.

У розвитку наукових досліджень з системної методології можна виділити два напрямки:

- перший, пов'язаний з розширенням сфери застосування - індуктивний, що включає структурно-функціональний, функціонально-структурний, системно-структурний та інші аспекти [103-106];

- другий, носить дедуктивний характер і пов'язаний з постановкою і рішенням повного безлічі системних задач [103].

Поняття вирішення системних завдань природним чином виникло з двомірної класифікації систем. Вони призначені для роботи з властивостями відносин систем, що не залежать від інтерпретацій і контексту, аналогічно задачам математики.

Не дивлячись на те, що робота [103] не відноситься безпосередньо до створення складних біо-медичних систем, зазначеними дослідженнями вводиться в обіг новий підхід, прийнятний для вирішення завдань синтезу нових видів і типів систем різного призначення.

Дослідження в об'єктному, процесному та методологічному аспектах забезпечення оптимізаційного синтезу складних людино-машинних систем, до яких відноситься і створюваний комплекс, в процесі автоматизації характеризується зміною значень складових часів циклів, виявляється в якісно різних концептуальних засадах конструкцій, забезпечується відповідними технологічними способами і засобами автоматизації, комплексно-оптимальними рішеннями і т.п.

В роботі [107] запропонована спіралевидна графічна модель розвитку автоматизації. У ній показано, що на першому витку спіралі в умовах жорсткої автоматизації на електромеханічної технічній основі підвищення швидкодії, з одного боку, призвело до практично повної втрати можливості переналагодження обладнання, а з іншого - до порівняно незначного підвищення ефективності універсального обладнання. Таким чином, вимоги автоматизму було реалізовано тільки в виробництвах високої поточності. Частковий характер вирішення цієї проблеми в дискретних видах діяльності привів до створення обладнання на базі числового програмного управління (ЧПУ) на основі електронної техніки.

Другий виток розвитку автоматизації діяльності практично повторив перший на новому принципі управління - електронно-програмному, що дозволило поряд з підвищенням швидкодії кожного виду обладнання розширити можливість реалізації багатономенклатурної діяльності в умовах дискретних технологій. Значний ефект був отриманий в одиничних і малосерійних випадках. Подальший розвиток електроніки, застосування ЕОМ і мікропроцесорів дозволило створити

універсальне устаткування з ЧПУ, безпосередньо керовані від ЕОМ в режимі поділу часу, але і створювати системи машин - гнучкі технологічні комплекси.

На черговому третьому витку почалося з'єднання в єдину систему всіх виробничих функцій:

- автоматизоване конструювання (САПР);

- автоматизована технологічна підготовка виробництва (АСТПВ);

- автоматизована обробка, зборка, випробування та ін., Тобто поява гнучких автоматизованих виробництв (ГАВ).

Для біо-медичної техніки потрібен четвертий і п'ятий етапи. На четвертому етапі автоматизованого основна (цільова) функція техніки (приладу, комплексу), а на п'ятому - вона повинна бути інтелектуалізованою.

Для вирішення протиріччя між швидкодією і багатоопераційністю на даному етапі характерна можливість поєднання мобільності комплексів і їх переналагоджуваністю в автоматичному (програмному) режимі.

Значні можливості зняття протиріччя між багатономенклатурністю і швидкодією в більш віддаленій перспективі пов'язані з безвідмовними самовідновлювальними і самоорганізуючими функціональними системами [107].

На відміну від досліджень, присвячених окремим аспектам складних систем, значно менша кількість робіт присвячено розробці методів структурно-параметричного синтезу, що забезпечують оптимальність проектних рішень і достатній рівень ефективності.

В роботі [108] показана можливість підвищення ефективності систем і запропонований підхід єдиного управління завдань синтезу процесів і обладнання з різними структурами і параметрами на основі теорії подібності. Підхід дозволяє:

- вирішувати завдання оптимізації синтезу, забезпечувати ресурсозбереження при необхідній швидкодії систем і заданій якості робіт;

- виконувати комплексну оцінку порівнюваних варіантів систем на основі наведених характеристик.

На базі цієї методології синтезу розроблений апарат управління технологічними характеристиками при проектуванні приладобудівних систем.

В роботі [109] розглянуто теоретичні та методичні основи структурного і параметричного синтезу переналагоджуваних систем, методологія їх створення з заданими або оптимальними властивостями, встановлені кількісні залежності і показники, що характеризують їх техніко-економічний рівень. Автором зазначеної роботи запропонована єдина структурно-системна техніко-економічна модель систем, придатна як для оцінки структурного варіанту системи в цілому, так і для аналізу ефективності будь-якої підсистеми в контексті її зв'язку з іншими підсистемами.

В роботі [110] запропонований метод комплексної оптимізації функціональних систем для виробництва складних виробів на основі методології системного підходу. Запропонована єдина для всіх видів систем теорія комплексної оптимізації. Дана теорія ґрунтується на:

- новий підхід до забезпечення найвищої ефективності і якості виробів, що передбачає моделювання і багатокритеріальну спільну оптимізацію в межах всього життєвого циклу структур, станів і законів зміни всіх систем, що підготовляють і реалізують виробництво (діяльність);

- новою методикою багаторівневого математичного моделювання систем, що забезпечує їх подання як окремих випадків впорядкованої метасистеми і виявлення всієї (а не обмеженої частини) області можливих структурно-параметричних рішень з подальшим вибором одного найкращого.

В основу формалізованої методики синтезу структур систем була покладена процедура топологічного множення множин функцій, що реалізовуються і уніфікованих структур елементарних підсистем. Всього автором було виділено 4096 основних видів різних за рівнем автоматизації систем, що реалізують всі етапи життєвого циклу технічних засобів. В роботі показано, що вищий рівень автоматизації має самоорганізуюча система, що забезпечує в режимі автоматичного управління самопроектування, самовиготовлення, самоналагодження, автоматичну роботу, самовідновлення і самоперетворення (самоліквідацію).

Проводячи дослідження про підвищення ефективності систем, автор дав

висновок про недосяжність загального (глобального) екстремуму по швидкодії. Межа реалізованої швидкодії при виробництві виробів визначається тривалістю часу допоміжних операцій. Досягнення такої швидкодії можливо при використанні технологічних способів діяльності, що мають вищі рівні концентрації технологічного впливу. Множина можливих способів підвищення швидкодії складних систем замкнуто. У згаданій роботі зазначено, що воно включає 8 простих (не виведені з інших) і безліч комбінованих способів [111]. Завдяки цьому забезпечується можливість формалізованого синтезу систем заданої швидкодії.

Оптимізація забезпечення необхідної швидкодії може проводитися на основі теоретичних принципів, які передбачають реалізацію способів, заснованих на переході до безперервних процесів, максимальному поєднанню допоміжних дій, оптимізації концентрації технологічного впливу та інших.

Прийнятий в роботі теоретичний підхід і методика моделювання дозволили автору аналітично визначити інформаційну підпорядкованість етапів синтезу систем загального вигляду і розробити загальну методику спрямованого безаналогового формалізованого синтезу найбільш бажаних в заданому сенсі їх структур, станів і законів зміни в межах всього життєвого циклу техніки. Методика передбачає можливість комплексної оптимізації систем, що забезпечують виконання основних і допоміжних дій із заданими властивостями при необхідному рівні автоматизації. Завдяки її спільності і формалізації були забезпечені умови автоматизованого вирішення широкого кола завдань вдосконалення промислового виробництва. Разом з тим, дана методика не охоплює багатофункціональні процеси, властиві біо-медичним системам (комплексам).

В рамках прийнятих раніше підходів знаходження рішення в силу обмеженості області пошуку можливих рішень важко. Необхідний перехід до нового рівня досліджень, розвиток структурно-процесних основ біо-медичних систем для забезпечення комплексної їх оптимізації з урахуванням синтезу нових типів технологічних способів, одержуваних з усієї області можливих рішень, а не її частини.

Поява нових технологічних способів спричиняє появу нових видів і типів

реалізують їх систем. Отже, необхідний метод отримання повної (в рамках прийнятої класифікації) області можливих рішень по структурам і параметрам цих систем. Останнє вимагає застосування структурно-об'єктного моделювання та синтезу таких систем.

Одночасно з цим для забезпечення реалізації такого методу необхідний алгоритм пошуку найбільш бажаних рішень з усієї області їх допустимих значень. В першу чергу слід вирішувати завдання пошуку способів підвищення швидкодії і енергоефективності біо-медичних систем з урахуванням можливості створення їх нових типів, а також моделей і принципів використання.

В [112] викладена основна концепція створення гнучких систем високої і надвисокої ефективності з урахуванням сучасного стану промисловості України. Ця концепція є базою, що дозволяє зробити наступний крок в підвищенні ефективності механообробних виробництв - знайти рішення суперечливою завдання створення багатономенклатурних механообробних систем різних рівнів виробництва. Однак, вона не може бути прямо перенесена на вирішення завдань створення високоефективних біомедичних систем в силу неврахування їх специфіки.

Комп’ютеризований діагностично-оздоровчий комплекс «Quanton» реалізує три взаємопов’язані процеси: процес спектральної діагностики [113], який передує процесу конкретизуючої бінарної діагностики та процесу оздоровчого біо-резонансного впливу [114]. Такі комплекси повинні мати досить високу швидкодію відповідно до загальної тенденції підвищення ефективності праці [115]. Традиційно вирішення проблеми ефективності багатопроцесних комплексів здійснюють на основі вирішення задачі комплексної структурно-параметричної оптимізації [116] з використанням загальних положень теорії ефективності систем машин [117] та типових структурних підходів [118]. Але наявність біологічного елементу - людини, у ланцюгу взаємодіючих об’єктів при застосування комплексу «Quanton» зумовлює необхідність врахування пов’язаних з ним обмежень.

Відома значна кількість публікацій, пов’язаних з вирішенням проблем ефективності електронних, у тому числі, діагностичних та оздоровлюючих

комплексів, починаючи з ранніх стадій їх життєвого циклу і закінчуючи оцінкою ефективності. Так, у роботі [119] описана система аудиту приладів. У статтях [120,121] наведені методи аналізу та управління ефективністю і якістю електронних виробництв. Експертна система для аналізу ефективності проаналізована в [122]. Автори роботи [123] зробили попередні оцінки багатофакторного зростання ефективності. Діагностичні показники неінвазивної мультидетекторної комп'ютерної томографії визначені в [124]. Виконанню робіт з діагностики та ефективності складних систем присвячена робота [125]. У статті [126] запропонований ексклюзивний підхід до оцінки відносної вагової значимості показників ефективності систем. Автори робіт [127,128] надали огляд і аналіз сучасних досліджень області виміру швидкодії як показнику ефективності. У багатьох інших публікаціях розглядаються окремі питання підвищення ефективності при діагностиці та оздоровленні людей різними засобами. Однак, до цього часу на розглянуті у оптимізаційній постановці питання забезпечення вищої ефективності комп'ютеризованого діагностично-оздоровчого комплексу «Quanton».

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

Особливістю комплексу, що розробляється, є вимоги щодо рівня достовірності неінвазивної комплексної спектрально-бінарної діагностики. Для забезпечення потрібної інформативності при діагностиці можна, при потребі, використовувати дані двох незалежних каналів отримання діагностичної інформації. Наприклад, перший виміряє відносні характеристики частотного спектру людини, що має функціонально-фізіологічні відхилення, другий - бінарні реакції організму у вигляді зміни опору її шкіри при дії інформаційних маркерів. І спектральний, і бінарний методи діагностики мають свої похибки, що залежать від точності приладів, рівня їх технізації та стану навколишнього середовища. Разом з цим, виконуючись послідовно, зазначені методи зумовлюють свій вплив на рівень

швидкодії процесу. У зв'язку з цим наявна проблема забезпечення заданого рівня достовірності неінвазивної комплексної діагностики згідно з методом «Quanton» при максимальній ефективності процесу.

Таким чином, результати аналізу дозволяють зробити висновок про те, що в наявних публікаціях до теперішнього часу не знайдені досить прийнятні рішення ряду задач синтезу таких систем.

Проведений вище аналіз показав, що невирішеними є питання розробки загальної методології синтезу комплексно-оптимальних систем, включаючи біомедичних, що дозволяє забезпечувати необхідну ефективність системи в поєднанні з гнучкістю її обладнання, а також питання безпосереднього комплексно-оптимізаційного структурно-параметричного синтезу діагностично-оздоровчого комплексу типу «Quanton» і експериментального дослідження його ефективності.

Зроблено висновки про:

- необхідність вдосконалення методів синтезу в напрямку врахування особливостей людського організму;

- виконання оптимізаційного багатокритеріального синтезу діагностично-оздоровчого комплексу на основі використання явищ зміни фізичних параметрів людини під впливом інформаційних маркерів та мікрохвильового впливу;

- потребу експериментального дослідження точності (достовірності) діагностики та ефективності синтезованого діагностично-оздоровчого комплексу.

Загальний підхід до вирішення завдання

Питання забезпечення високої ефективності діагностично-оздоровчого комплексу відноситься до категорії багатофакторних проблем. Він передбачає спрямований вибір і реалізацію протягом всього часу створення і функціонування системи найбільш бажаних з усіх можливих значень факторів, що впливають на показники ефективності.

Проблема забезпечення високої ефективності даного комплексу зводиться до проблеми комплексної оптимізації відповідних систем в межах всіх етапів їх життєвих і більш високих по ієрархії циклів.

У даній роботі під біомедичною складною системою (комплексом) мається на увазі сукупність функціонально взаємопов'язаних технічних засобів, предметів виробництва та виконавців, призначених для підготовки і виконання в регламентованих умовах заданих дій, кінцевою метою яких - забезпечення діагностики порушень в організмі, встановлення алгоритмів параметрів їх виправлення і видача інформації про кількість і якість виконаних дій.

Наведене визначення системи є найбільш загальним. В окремих випадках, або в окремі періоди розвитку системи можуть не містити деяких з перерахованих елементів. Наприклад, самоорганізуючі, не містять виконавців; на етапі проектування система може не містити технічних засобів.

З урахуванням сказаного можна стверджувати, що розглянуті в даній роботі об'єкти мають строго певне цільове призначення, містять безліч взаємодіючих елементів і їм притаманний акт рішення. Такі об'єкти можуть бути віднесені до категорії складних систем. Поняття складної системи поширюється не тільки на основний об'єкт досліджень цієї роботи - процеси підготовки, створення і застосування комплексу «Quanton», а й на інші об'єкти: моделі («системи моделей»), окремі пристрої (частини комплексу) та інші.

Для вибору найбільш бажаних (глобально оптимальних) варіантів комплексу необхідно мати інформацію про повну (в рамках прийнятої класифікації) області можливих структурних і параметричних рішень. Звідси випливає неможливість застосування існуючих методів, орієнтованих переважно на локальну параметричну оптимізацію складних систем. Неможливо також вирішити задачу експериментальним шляхом.

Тому необхідний теоретичний шлях вирішення завдання з подальшою експериментальною перевіркою отриманих результатів.

Для реалізації теоретичного шляху, враховуючи складність завдання, пропонується застосувати метод отримання моделей і алгоритм рішення на основі застосування інформаційних інваріантів.

Висновки до розділу 1

1. 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.

2. Проведені дослідження опублікованих робіт українських та зарубіжних вчених, показали, що в даний час фундаментальні дослідження в області біо-медичних наук забезпечують необхідні принципи і методи побудови біо-медичних 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.

3. Для розробки і створення високоефективних діагностично-оздоровчих комплексів, необхідно виконати роботи з розвитку процесно-структурних моделей, виявлення фізичних принципів їх дії, способів підвищення швидкодії таких систем, а також розробити метод спрямованого синтезу необхідних технічних засобів, що реалізують зазначені способи.

4. Завдання створення високоефективних (гранично ефективних в рамках прийнятої класифікації) діагностично-оздоровчих комплексів може вирішуватися як завдання комплексної оптимізації в межах всієї області можливих рішень по функціям, структурам і часу.

5. Виходячи з принципу системного підходу встановлено, що спільне завдання створення комплексно оптимізованої діагностично-оздоровчої системи можлива теоретичним шляхом з наступною експериментальною перевіркою отриманих результатів. Для цього необхідна розробка ієрархічних моделей системи і конкретизованого методу її синтезу і оптимізації.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА МЕТОДУ І МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СПРЯМОВАНОГО СИНТЕЗУ БІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ НЕІНВАЗИВНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ І МІКРОХВИЛЬОВОЇ КОРЕКЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

2.1. Загальні принципи, положення та моделі методу

Гранично ефективні значення характеристик технічної системи біотехнічного призначення можуть бути отримані при постановці і рішенні дедуктивним методом завдання спрямованого синтезу, як завдання комплексної структурно-параметричної оптимізації.

Ґрунтуючись на результатах, отриманих в загальній теорії систем [111,132, 133] і теорії оптимізації [134], загальну схему рішення задачі комплексної оптимізації складних систем можна представити у вигляді, показаному на рис. 2.1.

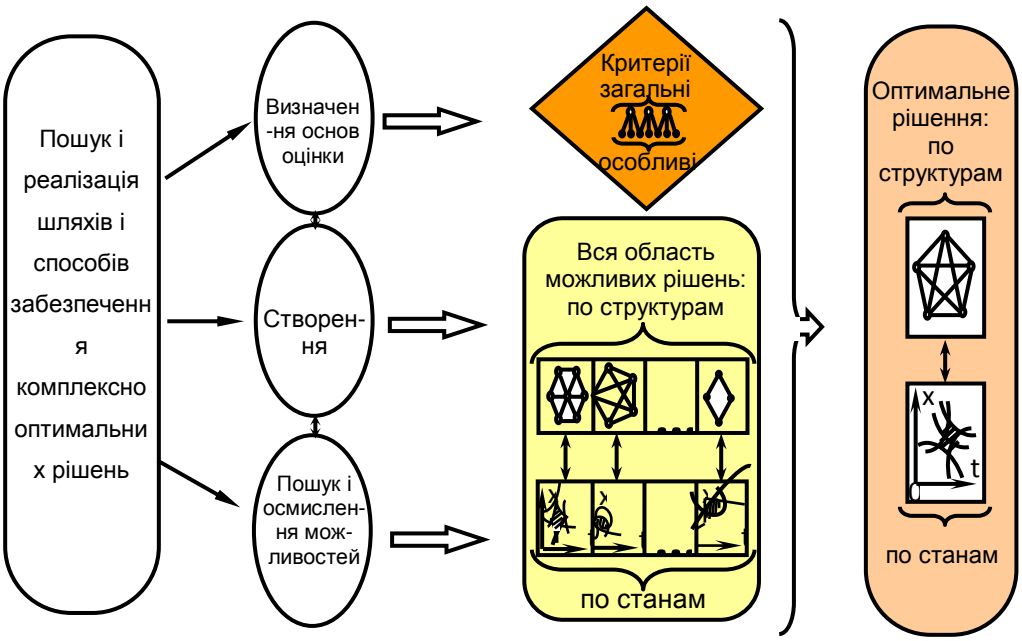


Рисунок 2.1 – Загальна схема отримання гранично ефективних рішень

На цьому рисунку графами зображені структури, а діаграми схематично показують зміни параметрів у часі. Стрілками і лініями позначені зв'язки.

Рис. 2.1 відображає особливості методу вирішення завдань комплексної структурно-параметричної оптимізації в межах всього життєвого і більш високих по ієрархії циклів складних систем. Ці особливості відрізняють його від традиційних методів вирішення завдань поліпшення (локальної оптимізації) таких систем.

Для синтезу комплексно оптимальної складної системи необхідно дотриматись наступних положень:

а) забезпечити можливість визначення повної (тобто всієї, а не обмеженої частини) області можливих рішень як по структурам, так і за параметрами в межах надсистеми, системи і підсистеми;

б) розглянути систему в розвитку в межах усіх (а не одного) етапів її життєвого і більш високих циклів, тобто, врахувати минуле, сьогодення і майбутнє системи;

в) застосувати моделі і алгоритми достатньої загальності, щоб охопити всю область структурних і параметричних рішень з основних, допоміжних і управлінських видів функцій і з неї вибрати одне найвдаліше, в заданому сенсі рішення.

Зазначені положення (дії) дозволяють отримати (досягти) глобального (в математичному сенсі), а не локального оптимуму (екстремуму) критерію оптимальності.

У найбільш загальному вигляді, виходячи з існуючих робіт в області системного синтезу технологічних процесів [104], [110], [131], можна встановити основні принципи розв'язання задачі комплексної структурно-параметричної оптимізації діагностично-оздоровчих процесів (систем) та вимоги щодо їх здійснення (табл. 2.1).

Таблиця 2.1.

Основні принципи розв'язання задачі комплексної структурно-параметричної оптимізації систем і вимоги щодо їх здійснення

№ з/п	Найменування принципів	Вимоги по здійсненню принципів
1	2	3
1	Принцип системності	Необхідне урахування трьох ієрархічних рівнів: надсистемного, системного і підсистемного. Можливість зміни характеристик процесів, їх підсистем - технологічних операцій, іншої надсистеми (потреб ринку, макроекономічного середовища, регуляторної політики та інших). Орієнтування на стратегію розширеного відтворення з вищою ефективністю.
2.	Принцип алгоритмічності	Через відсутність аналітичного рішення необхідна поетапність отримання конкретизованого рішення дедуктивним методом, починаючи з найбільш загального, заданого визначенням системи або галузевими рекомендаціями.
3.	Принцип інформаційного підпорядкування етапів синтезу	На кожному попередньому етапі слід готувати інформацію достатню для вирішення наступного етапу.
4.	Принцип адаптивного прийняття проектних рішень	Наказує використовувати градієнтні методи пошуку оптимальних параметрів процесу (системи) для кожної його структурної схеми з метою поліпшення показників ефективності на кожному етапі (ітерації) пошуку.
5.	Принцип максимального врахування повноти області (множин) можливих рішень	Вимагає формувати повну область можливих рішень по структурам і параметрам. Це забезпечує вихід в область глобального (не локального) оптимуму.

Продовження таблиці 2.1.

1	2	3
6.	Принцип поточності	Необхідна максимальна безперервність процесів. Це забезпечує можливість досягнення більш високої ефективності.
7.	Принцип відповідності дій підсистем завданням системи	Вимагає ієрархічної підпорядкованості дій систем і підсистем.
8.	Принцип інформаційного забезпечення	Він обумовлює потребу в системному забезпеченні інформацією, в тому числі - про світові пороги знань.
9.	Принцип адекватного кадрового забезпечення	Вимагає своєчасної та якісної підготовки кадрів.

Виходячи з викладеного випливає неможливість застосування існуючих методів синтезу, орієнтованих переважно на локальну параметричну оптимізацію складних систем, і необхідність розробки нових, які базуються на іншому теоретичному підході і своїх принципах організації.

Обґрунтування наведених принципів, на яких повинні базуватися методи для комплексної структурно-параметричної оптимізації біотехнічних комплексів, випливає з наступного.

Використання методології системно-процесного підходу [135] пов'язано з тим, що досліджувані об'єкти відносяться до категорії складних комплексів, та реалізують поліопераційні процеси.

Застосування теоретичних методів, основою яких є математичне моделювання обумовлюється неможливістю експериментального визначення повної області рішень.

Повнота інформації про область можливих рішень і місце розташування в ній екстремуму для забезпечення комплексно-оптимального рішення необхідна для наближення одержуваного оптимуму якнайближче до його глобального значення.

Згідно з наведеними на рис. 2.1 схемою рішення задачі синтезу високоефективної системи може здійснюватися за допомогою процедури поетапного системно-алгоритмічного пошуку рішень. Спочатку проводитися пошук і реалізація шляхів забезпечення комплексно-оптимальних рішень, включаючи визначення основ оцінки, створення методів синтезу, здійснення пошуку та осмислення можливостей. Далі проводиться вибір загальних і часткових критеріїв оптимальності, а також синтез повної (всієї) області можливих рішень по структурам і параметрам. Із цієї області шляхом порівняння критеріїв оптимальності для різних рішень при виконанні обмежень визначається шукане оптимальне рішення.

Принциповими питаннями при виконанні оптимізації є не тільки міра повноти області можливих рішень, але і спосіб її визначення, оскільки значення критеріїв оптимальності можуть істотно залежати від цих чинників.

Методи оптимізації можуть відрізнятися в залежності від атрибутів системи за сферами застосування, призначенням і функціями системи, кластерами застосованих фізичних (хімічних, біологічних) ефектів, структурами технологій, рівнями технізації функцій, нерегульованими і регульованими параметрами системи та алгоритмами поведінки. У межах зазначених методів, які відрізняються об'єктом оптимізації, можуть виділятися методи за рівнем охоплення області можливих рішень.

Ступінь повноти може враховуватися коефіцієнтом Кі. Цей коефіцієнт може приймати значення від 0 до 1, що розраховуються, наприклад, за показниками тривалості (трудомісткості) охоплення функції, як відношення фактичних показників до теоретично повних.

Залежно від значень Кі, і $\in$ {а, н, ф, к, т, с, п}, де індекси *а, н, ф, к, т, с, п* вказують на ставлення до базових атрибутів: сфери застосування, призначень, функцій, принципі дії, технологій, структур і параметрів відповідно, можна скласти

найбільш загальну класифікацію методів оптимізації за ступенем повноти врахування (комплексності) областей можливих рішень (табл. 2.2).

Таблиця 2.2.

Класифікація методів оптимізації інноваційних систем в залежності від ступеня охоплення області можливих значень об'єкту оптимізації

№ з/п	Значення коефіцієнта Kзij	Назва методу
1.	Kзij = 1	З повним охопленням області можливих значень
2.	0<Kзij<1	З частковим охопленням області можливих значень
3.	Kзij = 0	Комплексність відсутня

При Kоб = 1 для ∀Kзij (з ∈ {у, о, в}; i ∈ { а, н, ф, к, т, с, п }; j ∈ { Д, П, И, Н, С, З, Р, М, Л}) має місце повна комплексна оптимізація, де ∀ - квантор загальності; індекс, що вказує на відношення коефіцієнта до загальної (інтегральної) оцінки; індекси *у, о, в* відображають ставлення до керуючої, основної та допоміжної підсистем комплексу відповідно. Останню з наведених множин в утворюють позначення складових життєвого циклу (ЖЦ), на яких реалізуються функції: інтелектуальної діяльності (Д) (синтез ідей, наукові дослідження, маркетинг); конструкторсько-технологічної розробки об'єкта – проектування (П); виготовлення (В); сертифікація (С); збут (З); налагодження і навчання (Н); функціонування (Ф), ремонт (Р); обслуговування (О); модернізація (М) і утилізація (Л).

Реальні системи завжди мають Kоб <1.

Очевидно, що методи забезпечення пошуку області можливих рішень можуть давати різні результати. Основними методами, що широко використовуються при аналітичному проектуванні пошуку структурних рішень, є: евристичний, композиційний, еволюційний, а також спеціальні методи. Останні засновані на регулярних процедурах, які враховують особливості будови і розвитку технічних систем [135, 136]. Є і змішані методи, що передбачають використання комбінацій з вище зазначених методів.

Кожен із зазначених методів має свої можливості. Для 0 < Коб <1, тобто для оптимізації з частковим охопленням області можливих рішень, можуть застосовуватися всі зазначені методи. Для випадку повної комплексної оптимізації, відповідної Коб = 1, потрібні повні множини структурних і повні області можливих параметричних рішень.

При цьому слід враховувати, що для охоплення повної області можливих рішень на практиці значну частину обмежень і можливостей оцінюють евристично, не вдаючись до формалізованої постановки задачі повної комплексної оптимізації. Досягається це шляхом попереднього вибору можливих варіантів рішення, особливо, по комплектації підсистем - елементів майбутнього комплексу - виходячи з попереднього аналізу досвіду їх застосування або виконання порівняльного техніко-економічного аналізу.

Згідно [136], загальним підходом до вирішення задачі оптимізаційного синтезу багатовимірної ієрархічної системи ефективним може бути підхід, заснований на процедурі поетапного системно-алгоритмічного пошуку рішень.

У найбільш загальному вигляді схему підходу (загальний алгоритм спрямованого оптимізаційного синтезу) як послідовність інформаційно поєднаних етапів роботи з інформацією, можна представити таким чином.

На першому етапі за загальними базовими моделями системи, основу яких складають моделі інформаційних інваріантів, визначаються повні множини можливих структурних рішень для всіх елементів системи.

На другому етапі конкретизуються структури, відбувається їх параметризація і конкретизуються параметри.

Третім етапом є розробка вимог до надсистеми, для перевірки можливості забезпечення більш високої ефективності роботи системи при зміні цих вимог.

На четвертому етапі проводиться синтез основних елементів (підсистем) системи.

На п'ятому - ці елементи оптимізуються, визначаються оптимальні варіанти структур з конкретизованими значеннями параметрів.

На шостому етапі виконується модельна або експериментальна перевірка отриманих результатів та оцінка їх ефективності.

На заключному, сьомому етапі, при необхідності, проводиться технічний (аналітичний або фізичний) аудит, за результатами якого вносяться корективи в проект системи.

Вибір найбільш ефективних варіантів структур проводиться після параметризації і параметричної оптимізації системи та її елементів в рамках обраних структур. Останнє забезпечується різними методами, ступінь доцільності, застосування яких залежить від видів і типів логіко-математичних залежностей, що описують матеріальні, енергетичні та інформаційні перетворення в системі.

Процедура синтезу структур (схем) складної системи може бути реалізована на основі формалізованих методів структурно-параметричного синтезу систем з урахуванням принципу інформаційної підпорядкованості етапів [137,138]. При цьому, базуючись на принципі системності, доцільно використовувати типові (стандартизовані) рішення – інформаційні інваріанти.

На всіх етапах алгоритмічного пошуку повинні вирішуватися логіко-аналітичні завдання, які дозволяють визначати загальні характеристики системи, а також склад векторного критерію оптимальності і параметричних обмежень.

Інноваційні біотехнічні системи мають ряд особливостей, пов'язаних з процесами їх взаємодії з надсистемою і середовищем, врахування яких необхідно при синтезі системи.

Перша особливість полягає у впливі на синтез загального процесу інноваційного розвитку [139]. Ця особливість відіграє важливу роль при виборі принципів дії систем та їх підсистем.

Друга особливість - значний вплив макроекономічних і локальних середовищ на процес вибору рішень. Особливо це позначається на процесі сертифікації виробів і технологій.

Третя особливість - багатоаспектність і багатовимірність керуючої системи на всіх ієрархічних рівнях.

Четверта особливість - високий динамізм зміни параметрів підсистем в процесі модернізації і створення нових блоків системи.

П'ята особливість - це сукупний вплив державного регулювання (в першу чергу, санкцій) і ринкової самоорганізації.

Виходячи з першої особливості, для забезпечення найбільш високої ефективності системи доцільно застосовувати інноваційні рішення світового рівня. Зокрема, необхідно враховувати тенденції розвитку мікроелектронної промисловості, конструктивних матеріалів, систем числового управління і штучного інтелекту.

Врахування другої особливості вимагає розміщення інноваційних систем в стимулюючому демонополізованому макроекономічному середовищі. Кращим є середовище, стимули якого спрямовані в бік цілі управління. При оптимізації середовище може локально модифікуватися в необхідному напрямку для забезпечення кращої ефективності діяльності системи. Це вимагає вдосконалення нормативно-правового поля.

Третя особливість обумовлює необхідність послідовної комплексної оптимізації підсистем на всіх рівнях з урахуванням результатів цієї оптимізації на ефективність системи в цілому.

Для врахування четвертої особливості потрібно застосовувати системно-процесний підхід. Це може доповнюватися, перш за все, конструктивними методами за рахунок застосування модульного принципу конструювання та використання кращої елементної бази світових виробників.

П'ята особливість вимагає, щоб державне регулювання відігравало важливу роль не тільки в правилах поведінки суб'єктів ринку, але і в захисті інноваційних розробок.

Основні відмінності підходу, заснованого на зазначених принципах, від традиційного підходу можна охарактеризувати так, як показано у табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Основні відмінності запропонованого і традиційного підходів по створенню і реалізації інноваційних діагностично-оздоровчих систем

№ з/п	Об'єкти	Характеристики підходів	
		Традиційного	Запропонованого
1	Структура системи	як сукупність взаємодіючих підсистем, які знаходяться в середовищі, що спонтанно утворилося	як сукупність взаємодіючих підсистем, які адаптивно змінюються і знаходяться в спеціально обладнаному середовищі
2	Вид і особливості середовища	стаціонарна, неієрархічна	динамічне, ієрархічне, потокове і локально модифіковане
3	Область оптимізації	фрагментарна (локальна)	повна
4	Рішення на ієрархічних рівнях	обмежені декількома варіантами рішень	системно оптимізовані на кожному рівні і в межах системи в цілому
5	Методи і технології управління	системно неоптимізовані, незмінні протягом усього життєвого циклу	змінні, оптимізовані відповідно до фаз інноваційно-інвестиційного циклу і динамічного середовища
6	Інформаційно-знаннєва структура	часткова	універсальна, пристосована до повного циклу, що забезпечує саморозвиток системи
7	Кадрове відтворення	неоптимізоване	оптимізоване

На основі наведених у табл. 2.1 даних можна конкретизувати обмеження при створенні системи і обґрунтувати вимоги до надсистеми в частині їх структур і параметрів.

Розроблені загальні принципи, положення та підходи необхідні і достатні для розробки формалізованого алгоритму комплексної структурно-параметричної оптимізації даної системи.

Формалізована постановка задачі комплексної параметричної оптимізації діагностично-терапевтичного комплексу може бути виконана на основі підходу з використанням універсальної системи залежностей (моделей) для інновацій [110]:

$$W1(Z), W2(Z), ..., Wn(Z), \tag{2.1}$$

$$|S_\Sigma| \in [D_s],$$

$$\begin{cases} \vec{w}(t, \vec{z}_k, \vec{u}_k) \Rightarrow \vec{w}(t)_{opt}, \\ u_k = \sum_\xi^l f_k(\delta_\xi u^*_{o\xi}), \\ \vec{z} = \Phi_c(t, \vec{y}, \vec{u}), \\ u_o = \sum_\eta^m f_o(\delta_\eta u^*_{n\eta}), \\ u_n = \sum_\tau^n f_n(\delta_\tau u^*_\tau), \\ \delta_g(t) \in \{0,1\}, \\ g \in \{\xi, \eta, \tau\}, \\ Al_i^-(|S_\Sigma|, \vec{\Pi}, t) \le Al_i(|S_\Sigma|, \vec{\Pi}, t) \le Al_i^+(|S_\Sigma|, \vec{\Pi}, t), \\ i \in \{1, l\}; \\ \Phi_j^-(|S_\Sigma|, \vec{\Pi}, t) \le \Phi_j(|S_\Sigma|, \vec{\Pi}, t) \le \Phi_j^+(|S_\Sigma|, \vec{\Pi}, t), \\ j \in \{1, m\}; \\ \vec{\Pi}_{ijk}^- \le \vec{\Pi}_{ijk} \le \vec{\Pi}_{ijk}^+, \\ k \in \{1, n\} \\ \vec{\Pi} \in \{\vec{x}, \vec{y}, \vec{z}\}. \end{cases} \tag{2.2}$$

де W – вектор – критерій оптимальності;

t – час;

$x_1, x_2, x_n; y_1, y_2, y_m; z_1, z_2, z_k; u_N, N \in \{k, o, n\}$ – параметри і дії, що управляють, на рівнях надсистеми, системи і підсистем відповідно;

δ_g – послідовності введення дій, що управляють;

знак Al означає алгоритм процедури, передбаченої теорією дедуктивних систем для визначення значень алгоритмічних обмежень і допусків на них;

Φ, f_n – функціональні залежності;

$|S_\Sigma|$, $[D_s]$ – структура та область допустимих значень для неї;

$\vec{\vec{I}}$ – вектор параметрів;

нижні індекси означають: k - надсистема; o - система; n - підсистема

i – рівень ієрархії;

j – номер функціонального обмеження;

p – відношення до параметру;

opt – оптимальне значення;

верхні індекси «-» і «+» означають, відповідно, нижній і верхній допуски.

Особливістю проектування систем (інновацій) біотехнічного призначення є врахування обмежень, які витікають з вимог живого. Ці обмеження зумовлені необхідністю мати параметри техніки, що впливають на живе, у певних, безпечних для живого діапазонах.

У якості критерію оптимальності застосовується вектор $W1(Z), W2(Z)...Wn(Z)$, який у випадку, що розглядається, повинен відображати значення показників технічного рівня та якості продукції, які разом визначають її конкурентоздатність.

2.2. Інформаційні інваріанти та їх моделі для пошуку областей можливих рішень

Під інформаційними інваріантами розуміються предикатні та графові моделі об’єктів, складних систем - типу «предмет» і «процес», які зберігають свою, відповідність природі об’єкта, незмінність протягом певного відрізка часу - циклу.

Оскільки цикли мають свою ієрархію, то поняття інформаційного інваріанту є відносним. Для рівня людини вищим циклом є поліхронний цикл, коли формуються її нові види [150]. Поліхронний цикл по шкалі ієрархії на два рівні вищий від життєвого циклу об’єкта.

Основні призначення інформаційних інваріантів – спрямувати формування загальних структурних моделей, упорядкувати процедуру параметризації структур, забезпечити формалізоване представлення загальної постановки задачі комплексної оптимізації, ранжувати можливі структурні рішення та спростити пошук оптимуму.

Інформаційні інваріанти можуть бути структурними і параметричними. Їх типи та інші класифікаційні рівні утворюють свої ієрархії. Визначення структурних

інформаційних інваріантів можна здійснити на основі загальних моделей складної системи та системного комплексу.

Система (S), яка знаходиться у певному стані, може моделюватись залежністю:

$$S = \{|S|, \Pi\}, \tag{2.3.}$$

де: |S| - структура, П – вектор параметрів системи.

Системний комплекс, який поєднує дві взаємодіючі у середовищі системи, представляється моделлю - графом [110]:

$$\begin{tikzcd}
 & S^{(xx)}_{i\,t_x} \arrow[dr, dash] & S^{(yy)}_{i\,t_y} \arrow[dr, dash] & \\
S_{p\,t_x} \arrow[ur, dash] \arrow[dr, dash] & & & S_{p\,t_y}\,. \\
 & S^{(vv)}_{j\,t_x} \arrow[r, Rightarrow] \arrow[ur, dash] & S^{(ww)}_{j\,t_y} \arrow[ur, dash] &
\end{tikzcd} \tag{2.4}$$

Тут: $S^{(kk)}_{\xi\,t_m}$, $kk \in \{xx, yy, vv, ww\}$, $\xi \in \{i, j\}$ - ξ-я система (підсистема) у момент часу t_m, $m \in \{x, y\}$, стан якої відповідає верхньому індексу (kk); S_p – середовище. Подвійною горизонтальною стрілкою позначене цільове перетворення, а одинарною зламаною – вимушене, що виникає внаслідок зміни ресурсу перетворюючої истеми S_i при її дії на систему S_j, яка перетворюється. Одинарні похилі лінії відображають взаємодію систем (підсистем) з середовищем.

Модель (2.4) зображає загальну структуру взаємодіючих систем (підсистем) у системному комплексі протягом двох фаз: початкової (індекси підсистем *xx* и *vv*) та кінцевої (індекси підсистем *yy* и *ww*).

Наведені моделі (2.3) і (2.4) є найбільш загальними структурними інформаційними інваріантами складних, у тому числі, взаємодіючих систем, які прийнятні для відображення властивостей людини і системи знань про неї.

Саме із загальної моделі (2.3) випливає, що система може мати як структурні, так і параметричні інформаційні інваріанти.

Згідно моделі (2.4) структурні інваріанти об’єктів повинні визначати відносно постійні складові, що відносяться до атрибутів не тільки самої людини, а і до пов’язаних з нею предметів і явищ.

Параметричні інформаційні інваріанти моделюють стабільні протягом певних, зокрема, поліхронного, циклів характеристики Світобудови: різноманітні закономірності та окремі показники. До останніх відносяться швидкість світла, постійна Планка, інші світові константи, які широко використовуються у сучасній науці.

При конкретизації моделі (2.3) на основі функціонального аналізу загальними структурними інваріантами людини визначаються три її базові іпостасі [135]: фізична, соціально-діяльнісна та інформаційно-управляюча.

Тіло людини – фізична іпостась, має свої структурні інваріанти – складові елементи його ієрархічної будови, що включає системи органів, органи, тканини, клітини, функціональні складові клітин, молекули, атоми, субатомні та польові структури, а також елементи енергетичної та інформаційної морфології. Аналогічно, у соціально-діяльнісній та інформаційно-управляючій іпостасях виділяються свої структурні інваріанти. Структурними інваріантами у соціально-діяльнісній іпостасі є особа, сім’я, трудовий колектив, нація, народ, цивілізація. До структурних інваріантів інформаційно-управляючої іпостасі відносяться: акт прийняття рішення, свідомість, мислення, психічні явища (їх класи), інші об’єкти.

Оскільки людина, що може моделюватись системою $s_{\xi\, tm}^{(kk)}$, $kk \in \{xx, yy,\}$, $\xi = i$, повинна розглядатись протягом моментів часу t_m, у взаємодії з об’єктами природи, у тому числі – «другої природи» - техніки, соціуму і Космосу, що моделюються системою $s_{\xi\, tm}^{(kk)}$, $kk \in \{ vv, ww\}$, $\xi = j$, структурні інформаційні інваріанти можуть відноситись до космічних (глобальних), поліхромних, ізохронних, життєвих, фазових та ієрархії ще більш коротких циклів.

Космічні цикли – це проміжки часу, протягом яких змінюються космічні явища, наприклад, період обертання Сонячної системи навколо центру Галактики. Поліхронні цикли – це ті періоди, протягом яких є незмінною людина як вид істоти

(наприклад, Homo). Поліхронні цикли інтегрують ізохронні цикли, протягом яких реалізується тип людини (зокрема, Homo Sapiens). Ізохронні цикли об’єднують життєві цикли, які складаються з фазових циклів, а ті у свою чергу, з ще менших, і так до неподільного «кванту» часу.

Загальна модель структурних інформаційних інваріантів, що відносяться до часових характеристик – циклів, може бути такою:

$$Ц^{(k_з)} = \sum_{i=1}^{n} Цзi^{(k)} \quad , \qquad (2.5)$$

де: $Ц^{(k_з)}$, $Цз_i^{(k)}$ - загальний та фазові (складові) цикли відповідно, що реалізуються системою на k-му рівні ієрархії.

Знання, як інформаційні об’єкти, також мають свої, не співпадаючі з об’єктовими структури і параметри, які реалізують відмінні від об’єктових поліхромні, ізохронні, життєві та інші цикли.

До основних інформаційних інваріантів загального виду, крім фундаментальних законів фізики, хімії та біології, які необхідно враховувати при синтезі біотехнічних систем, відносяться:

1) Базові атрибути системи та закономірності їх розвитку, задані табл. 2.1;

2) Атрибути стану системи (будова, породження, функціонування, розвиток, комунікація, управління та перетворення) [110];

3) Атрибути для репрезентативного представлення комплексу як системи [143];

4) Періодична система технічних елементів [94];

5) Загальні закони розвитку техніки [95,140,144];

6) Загальна множина способів об’єднання структур [110];

7) Формалізоване представлення задачі комплексної структурно-параметричної оптимізації комплексу, задане залежностями (2.1) і (2.2);

8) Шляхи забезпечення потрібних властивостей комплексу як системи [140];

9) Структура ієрархічної системи циклів: поліхромного, ізохронного, життєвого [140];

10) Структура ЖЦ і множина підсистем S_i, S_{yi} и $S_{вi}$, $i \in$ {Д, П, И, С, З, Н, Ф, О, Р, М, Л}, які реалізують систему на усіх етапах її ЖЦ;

11) Множини структур способів підвищення ефективності по тривалості робочого циклу монофункціональних та поліфункціональних комплексів [140];

12) Множина структур способів забезпечення високої енергоефективності комплексів [97];

13) Дедуктивний метод – як комплексний інваріант, що спрямовує пошук рішення;

14) Принцип інформаційної підпорядкованості етапів пошуку рішення [110];

15) Загальна схема пошуку комплексно-оптимального рішення [146];

16) Зв'язок між функціями та структурами, що їх реалізують [110,94];

17) Загальний зв'язок між функціями, принципами дії, рівнями технізації та структурами комплексу [94].

Вказані інформаційні інваріанти використовуються наступним чином.

1. При формуванні основних вихідних даних, у тому числі – головної загально-інтегральної функції комплексу - інваріанти 1), 2).

2. При встановленні обмежень на структуру і параметри комплексу та його підсистем – інваріанти 1)- 17);

3. При формуванні загальної множини структурних рішень – інваріанти 4) – 7), 16)- 17);

4. При параметризації структур – інваріант 7);

5. При виконанні комплексної структурно-параметричної оптимізації з опцією технічного аудиту – інваріанти 8)-17).

Для синтезу комплексно-оптимізованого біотехнічного комплексу може бути використаний загальний зв'язок між функціями, принципами дії, рівнями технізації та структурами комплексу – як загальний інформаційний інваріант [146]. Цей зв'язок наведений на рис. 2.2.

Етап 1
Соціо-гуманітарний синтез

Формування технічного завдання (ТЗ). Визначення призначення системи (S), її мети, загальної функції ($F_{\sum}$), критерію оптимальності (W) та обмежень:
1. Структурних ($|S| \in [Д_s]$), - де [Д] – множина допустимих структур
2. Функціональних ($[Д_f]^- \leq F(П_1, П_2, \ldots, Пn) \leq [Д_f]^+$) і
3. Параметричних $[Д_п]^- \leq П_i \leq [Д_п]^+$

Етап 2
Синтез фізичних і біологічних принципів дії

Визначення кластерів фізичних (ФЕ) та біологічних (БЕ) ефектів, які можуть реалізувати функції ($F_{\sum} = f_1 + f_2 + \ldots + fn$) апаратного комплексу системи

Етап 3
Технічний синтез
Комплексна структурно-параметрична оптимізація біотехнічної системи

1. Визначення повної множини структур (M_s).
2. Конкретизація структур (M_{sk}).
3. Параметризація конкретизованих структур ($M_{пк} = \{ П_1, П_2, \ldots П_m \}$.
4. Розрахунок оптимальних значень параметрів ($П_{optj}$, $j \in \{1.M\}$) для усіх конкретизованих структур.
5. Технічний аудит та визначення комплексно-оптимального варіанту системи за умовою: $W_{opt} = \max(\max W_j)$, $j \in \{1.M\}$.

Рисунок 2.2 – Загальна схема методу спрямованого синтезу біотехнічної системи

На цьому ж рисунку показані дії, що виконуються на кожному з 3-х етапів процедури синтезу. Перший етап забезпечує формування конкретизованих вимог до системи. Другий – необхідний для визначення принципів дії. На третьому здійснюється технічний синтез.

Принциповою відмінністю наведеної на рис. 2.2 загальної схеми є врахування соціально-гуманітарного етапу синтезу, який є визначальним і тому обов'язковим при вирішенні завдань створення біомедичного обладнання. Крім того, він показує схему впливу на загальну структуру комплексу функцій та рівня їх технізації та можливість формування повних областей структурних і параметричних рішень, що необхідно для комплексної оптимізації.

Послідуючі етапи – визначення кластерів фізичних, хімічних та біологічних ефектів, які будуть реалізуватись в комплексі, та синтез його структур і параметрів – є типовими для природничих та технічних наук і можуть вирішуватись різними методами.

Застосування інформаційних інваріантів може не тільки суттєво спрощувати завдання синтезу за рахунок спрямованості процедури, а є тим способом, який

призначений для отримання принципово нової якості процесу оптимізації за рахунок охоплення повної множини структурних і параметричних рішень.

Наявні в загальній теорії технічних систем напрацювання [110,94,147] дозволяють, з допомогою інформаційних інваріантів, застосувати для формування області можливих структурних рішень значною мірою формалізований підхід. Для цього при визначенні можливих варіантів структур можна використати інформаційний інваріант 16) – шляхом постановки в відповідність кожної функції елементарної, що реалізує її підсистеми, та у подальшому здійснити об'єднання підсистем у єдину систему з застосуванням інформаційного інваріанта 6) [110]. При цьому доцільно використовувати структури підсистем, що відповідають структурам елементарних підсистем, які складають гомологічні ряди періодичної системи технічних елементів - інформаційний інваріант 7) і інформаційний інваріант 8), що відображає закони розвитку техніки [95]. Головний виграш тут полягає в тому, що елементарні підсистеми цієї системи є впорядкованими, що дозволяє вести спрямований пошук.

При такому підході в основу процедури синтезу може бути покладена можливість досить повного уявлення системи її фрагментом на основі теорії тріади тріад [131].

Перша тріада виділяється на основі третього визначення поняття системи [143] і становить основу для моделювання об'єктів на зазначених раніше трьох ієрархічних рівнях системи. Кожне з умов системи, заданої залежностями 2.2, має свої функції і своє управління. Визначення необхідних функцій і керуючих дій проводиться на основі рішення часткових завдань оптимізації.

Друга тріада забезпечує першу тріаду структуризацією згідно циклу розвитку з поділом трьох етапів: початкового, основного та заключного.

При комплексній оптимізації структур та параметрів системи необхідно реалізувати початкові, основні і заключні етапи життєвого і більш високих циклів інноваційних систем. Функції та структури для кожного етапу можуть визначатися з урахуванням бажаного рівня технізації підсистем.

Третя тріада функцій враховує повноту субстанцій, що перетворюються. Для розглянутого комплексу вона означає необхідність наявності в системі трьох паралельно працюючих підсистем, що реалізують основні, допоміжні та інформаційно-управлінські функції.

Отримані по кожній тріаді структури повинні об'єднатися в загальну структуру з використанням інформаційного інваріанта 6) і пройти конкретизацію.

Надалі конкретизація кожної структури на всіх ієрархічних рівнях може проводитися на основі застосування класифікації і ієрархії класифікацій об'єктів.

Першочергово необхідно визначити можливі шляхи забезпечення потрібних властивостей складних систем.

Враховуючи багатомірності множин, з цією метою необхідно сформувати матрицю (M_{sh}) можливих структурних рішень для шляхів [140] забезпечення потрібних властивостей комплексу:

$$M_{sh} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & F \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & T & F \\ 0 & 0 & 0 & 0 & N & T & F \\ 0 & 0 & 0 & M & N & T & F \\ D & P & I & S & N & T & F \\ D^* & P & I & S & N & T & F \end{vmatrix}, \qquad (2.6)$$

де позначені фазові цикли життєвого циклу технічних засобів робочого місця: F – функціонування; T – перенавчання; N – переналагодження; M – модернізація; P – проектування; I – виготовлення; S – випробовування та сертифікация; D – дослідження у межах виду (в ізохронному циклі); D* - дослідження по створенню нових видів технічних засобів (у межах поліхромного циклу).

Для пошуку повних (у межах прийнятої класифікації) множин можливих структурних рішень в межах елементів матриці (2.6), що диференціюються згідно базовим атрибутам комплексу, формується вектор-множина цих атрибутів $r_{j.}$ з компонентами по сферам застосування, призначенням, функціям, технологіям, принципах дії, структурах і параметрах можна послідовно формувати ієрархії як

прямі Декартові добутки відповідних строчок матриць об’єктів на транспоновані вектори можливих прийомів (способів, дій, перетворень). При цьому:

$$M_{ij} = M_{(i-1)j} \times r^{т}_{j}, \qquad (2.7)$$

де: M_{ij} – матриця можливих структурних рішень для об’єктів матриці $M_{(i1)j}$ при можливих прийомах дії, заданих вектором $r_{j.}$ Верхній індекс «т» означає операцію транспонування.

Використовуючи такий підхід, можна сформувати матриці – рядки (вектори) r_{ij} можливих способів підвищення швидкодії та енергоефективності. Зокрема, згідно з даними [96] вектор-рядок способів зменшення тривалості робочого циклу будь-якої складної функціональної системи, у тому числі - біотехнічної, може бути визначеним у найбільш загальному вигляді, прийнятному для застосування дедуктивного підходу, з врахуванням наступних дій.

Спочатку необхідно систематизувати функції. Для цього виділимо тріаду, що містить об'єкти - функції, що визначають тривалість циклу. Такими є функції:

- основні $O_{\partial i}$, $i \in \{\overline{1,k}\}$, котрі можуть бути різноманітними по характеру та тривалості t_{Oi}; k - кількість основних функцій, що реалізуються протягом циклу;
- допоміжні (підготовчі та заключні) функції $B_{\partial i}$, $i \in \{\overline{1,k}\}$; їх тривалість позначається t_{Bi}.

Очевидно, що між окремими функціями або їх складовими можуть бути простої $П_{pj}$, $j \in \{\overline{1,m}\}$, тривалість яких позначається $t_{Пj}$, де m - кількість простоїв.

Зазначені види функцій і простої утворюють повну множину $M_{об}$ об'єктів, які визначають тривалість $T_ц$ циклу виконання завдання:

$$M_{об} = \{O_{\partial 1}, O_{\partial 2}, \ldots, O_{\partial к}, B_{\partial 1}, B_{\partial 2}, \ldots, B_{\partial к}, П_{p1}, П_{p2}, \ldots, П_{pm}\}. \qquad (2.8)$$

Повною множиною прийомів $M_{пр}$, які дозволяють зменшити значення $T_ц$, є множина, що містить прийоми виключення I_c, зменшення $У_м$ і суміщення $C_м$, тобто:

$$M_{пр}=\{I_c, У_м, C_м\}. \quad (2.9)$$

Застосовуючи це безліч прийомів до безлічі об'єктів (2.5), для випадку багатофункціональних систем *(k = m = 1),* можна отримати множину структур способів підвищення швидкодії таких систем, використавши топологічні добутки елементів цих множин [96]:

$$M_{сп}=M_{пр}\times M_{об}=\{I_c\times O_д,\ У_м\times O_д,\ C_м\times O_д,\ I_c\times B_д,\ У_м\times B_д,\ C_м\times B_д,\ I_c\times П_р,$$
$$У_м\times П_р,\ C_м\times П_р\}. \quad (2.10)$$

Елемент $I_c\times O_д$ суперечить меті створення системи, оскільки без виконання основних (цільових) функцій система не може мати цільового використання. Через це, загальне число $K_{сп}$ підвищення швидкодії систем визначається потужностями $|M_{об}|$ и $|M_{пр}|$ указаних множин за винятком одного елемента, тобто:

$$K_{сп}=|M_{об}|\times|M_{пр}|-1 = 3\times3-1= 8 \quad (2.11)$$

В умовах змінної швидкості як функції часу тривалість будь-якої дії можна визначити

$$t = \int_{S_н}^{S_k} \frac{dS}{V}, \quad (2.12)$$

де V - швидкість дії (реалізації функції); $S_н$ - початковий, S_k - кінцевий обсяги дії (реалізації функції); dS - приріст цього обсягу.

Згідно (2.12) в способах, пов'язаних зі зменшенням тривалості основних і допоміжних дій, доцільно виділяти два напрямки: один за рахунок збільшення V (підвищення швидкодії), а другий - за рахунок зменшення приросту обсягу dS обсягу дій. З огляду на викладене, множина можливих способів (їх класів) підвищення швидкодії монофункціональних складних систем можна уявити так, як показано в табл. 2.4.

Таблиця 2.4.

Множина способів підвищення швидкодії складних систем

Прийом	Об'єкт	Спосіб	Структурна формула	Клас способу
1	2	3	4	5
Виключення	простої	виключення простоїв	$I_c \times П_р$	1
	Допоміжні-ні функції	виключення допоміжних функцій	$I_c \times В_д$	2
Зменшення	простої	зменшення простоїв	$У_м \times П_р$	3
	Допоміжні-ні функції	Скорочення тривалості допоміжних функцій (інтенсифікація допоміжних функцій і зменшення їх обсягу)	$У_м \times В_д$	4 (4.1 і 4.2)
	Основні функції	Скорочення тривалості основних функцій (інтенсифікація основних функцій і зменшення їх обсягу)	$У_м \times О_д$	5 (5.1 і 5.2)
Поєднання	простої	поєднання простоїв	$С_м \times П_р$	6
	Допоміжні-ні функції	Поєднання допоміжних функцій	$С_м \times В_д$	7
	Основні функції	Поєднання основних функцій	$С_м \times О_д$	8

Заходи, найбільш часто застосовуються для реалізації кожного з наведених у табл.2.4 способів, показані в табл. 2.5. При цьому позначення класів способів в табл. 2.4 і 2.5 збігаються.

Заходи розроблені на основі загальних підходів теорії машин і механізмів [141]. Ці заходи також є наслідком набуття досвіду вирішення завдань комплексної автоматизації та інтелектуалізаціїї систем [142,131] з урахуванням основних особливостей виконання фізіотерапевтичних процедур на сучасному обладнанні.

Таблиця 2.5.

Заходи, що застосовуються для реалізації способів підвищення швидкодії складних систем

Кл. способу	Заходи
1	Перехід до безперервних процесів.
2	Застосування нових технологій, які не вимагають допоміжних дій чи самоорганізують ці дії.
3	Підвищення надійності техніки. Зменшення простоїв, пов'язаних з організаційно-технічними та іншими факторами.
4.1.	Підвищення швидкодії виконавчих органів агрегатів і вузлів, що реалізують допоміжні дії. Оптимізація електричних, геометричних, кінематичних, динамічних і міцністних властивостей техніки. Адаптація режимів виконання допоміжних функцій.
4.2	Мінімізація обсягів допоміжних дій, зменшення тривалості неробочих рухів (дій, ходів). Зменшення кривизни траєкторій виконавчих механізмів, агрегатів і вузлів, що реалізують допоміжні дії.
5.1	Підвищення швидкодії виконавчих органів (механізмів, агрегатів і вузлів), що реалізують основні дії. Оптимізація електричних, геометричних, кінематичних, динамічних і міцністних властивостей техніки. Адаптація режимів виконання основних функцій.
5.2	Вибір робочих траєкторій з мінімальною кривизною для робочих органів техніки. Застосування робочих траєкторій мінімальної довжини для об'єктів, які виконують основні функції
6	Оптимізація циклів роботи техніки
7	Максимальна паралельна реалізація допоміжних функцій
8	Підвищення рівня концентрації дії робочих органів машини на об'єкт, що перетворюється

Способи з табл. 2.4 відносяться до виду, так званих, простих, які не виводяться один з іншого. На їх основі можна побудувати складні способи підвищення швидкодії систем, включивши до їх складу способи, які утворювались при наявності двох або більше об'єктів або прийомів, що зазвичай має місце в

біомедичній техніці. При цьому необхідно враховувати, що прийом I_c при застосуванні до одного і того ж об'єкту виключає застосування до нього інших прийомів.

Аналогічно знаходиться множина способів зменшення $T_ц$ для багатофункціональних (багатономенклатурних) систем, при $k>1$, $m>1$. Це досягається шляхом поширення дії прийомів на всі об'єкти і формування можливих об'єднань з урахуванням кожного з простих способів для всіх $i \in \{\overline{1,k}\}$, $j \in \{\overline{1,m}\}$.

Виходячи з цього, стосовно багатофункціональних біотехнічних систем, до яких відноситься діагностично-терапевтична система з апаратним комплексом, що проектується у стаціонарному та мобільному варіантах, можна отримати наступну множину:

$$M_{сп}=M_{пр}\times M_{об}=\{У_м\times O_{д1},\ У_м\times O_{д2},\ \dots,\ У_м\times O_{дi},\ C_м\times O_{д1},\ C_м\times O_{д2},\ \dots,\ C_м\times O_{дi},\ I_c\times B_{д1},\ I_c\times B_{д2},\ \dots,\ I_c\times B_{дj},\ У_м\times B_{д1}, У_м\times B_{д2},\ \dots,\ У_м\times B_{дj},\ C_м\times B_{д1},\ C_м\times B_{д2},\ \dots,\ C_м\times B_{дj},\ I_c\times П_{p1},\ I_c\times П_{p2},\ \dots,\ И_c\times П_{pk},\ У_м\times П_{p1},\ У_м\times П_{p2},\ \dots,\ У_м\times П_{pk},\ C_м\times П_{p1},\ C_м\times П_{p2},\ \dots,\ C_м\times П_{pk},\ I_c\times(B_{д1}+B_{д2})+\dots+C_м\times(O_{д1}+O_{д2}+\dots+П_{pk})\}. \quad (2.13)$$

Перелік частини способів, як прикладів підвищення швидкодії систем, що випливають із залежності (2.13), наведено в табл. 2.6.

Табл. 2.6 містить комбіновані та поєднані способи. Комбіновані способи засновані на застосуванні різних прийомів до однакових або різних об'єктів, число яких повинно бути не менше двох.

Комбіновані та поєднані способи значно розширюють можливості управління характеристиками системи. Ці способи можуть мати різне застосування на етапах створення системи. Зокрема вони можуть утворювати додаткові можливості на етапі проектування, а також бути використані на етапі технічного аудиту розробленого проекту. Останнє необхідне у звязку з тим, що біосистеми є багатокритеріальними об’єктами. При виконанні їхньої оптимізації спочатку формуються рішення, які відповідають граничному значенню обраного критерія оптимальності. У послідуючому реалізується спроба покращити додаткові критерії системи, а саме критерій її енергоефективності.

Таблиця 2.6.

Перелік частини способів, як прикладів підвищення швидкодії систем, що випливають із залежності (2.13)

Позначення прийомів	Позначення об’єктів	Структурні формули способів
1	2	3
Комбіновані способи		
I_c	$П_р+В_д$	$I_c\ (П_р+В_д)$
$У_м$	$П_р+В_д$ $П_р+О_д$ $В_д+О_д$	$У_м\ (П_р+В_д)$ $У_м\ (П_р+О_д)$ $У_м\ (В_д+О_д)$
$У_м$	$П_р+В_д+ О_д$	$У_м\ (П_р+В_д +О_д)$
$С_м$	$П_р+В_д$ $П_р+О_д$ $В_д+О_д$ $П_р+В_д+О_д$	$С_м(П_р+В_д)$ $С_м(П_р+О_д)$ $С_м(В_д+О_д)$ $С_м\ (П_р+В_д+О_д)$
$У_м+С_м$	$П_р$ $В_д$ $О_д$ $П_р+В_д$ $П_р+О_д$ $В_д+О_д$ $П_р+В_д+О_д$	$(У_м+С_м)П_р$ $(У_м+С_м)В_д$ $(У_м+С_м)О_д$ $(У_м+С_м)\times(П_р+В_д)$ $(У_м+С_м)\times(П_р+О_д)$ $(У_м+С_м)\times(В_д+О_д)$ $(У_м+С_м)\times(П_р+В_д+О_д)$
Об’єднані способи		
$I_c,\ У_м,\ С_м$	$О_д\ ,\ В_д\ ,П_р$	$(I_c\times П_р)+(У_м\times О_д)$ $(I_c\times П_р)+(С_м\times В_д)$ $(I_c\times П_р)+(С_м\ x\ О_д)$ $(I_c\times В_д)+(С_м\times П_р)$ $(I_c\times В_д)+(С_м\times П_р)$ $(I_c\times В_д)+(С_м\times О_д)$ $(У_м\times П_р)+(I_c\times В_д)$ $(У_м\times П_р)+(С_м\times В_д)$ $(У_м\times П_р)+(С_м\times О_д)$ $(У_м\times В_д)+(I_c\times П_р)$ $(У_м\times В_д)+(С_м\times П_р)$ $(У_м\times В_д)+(С_м\times О_д)$ $(У_м\times О_д)+(I_c\times П_р)$ $(У_м\times О_д)+(I_c\times О_д)$

Продовження таблиці 2.6

1	2	3
I_c, $У_м$, $С_м$	$О_д$, $В_д$, $П_р$	$(У_м \times О_д)+(С_м \times П_р)$ $(У_м \times О_д)+(С_м \times В_д)$ $(С_м \times П_р)+(I_c \times В_д)$ $(С_м \times П_р)+(У_м \times В_д)$ $(С_м \times В_д)+(I_c \times П_р)$
I_c, $У_м$, $С_м$	$О_д$, $В_д$, $П_р$	$(С_м \times В_д)+(У_м \times П_р)$ $(С_м \times В_д)+(У_м \times О_д)$ $(С_м \times О_д)+(I_c \times П_р)$ $(С_м \times О_д)+(I_c \times В_д)$ $(С_м \times О_д)+(У_м \times П_р)$ $(С_м \times О_д)+(У_м \times В_д)$

Об'єднані способи припускають використання одного і того ж прийому для 2-х і більше об'єктів.

Як і в першому випадку, елементи $И_c \times О_д$, $И_c \times О_{д2}$, ... , $И_c \times О_{дi}$ суперечать меті створення системи, тому їх необхідно виключити з розгляду.

Залежність (2.13) і табл. 2.6 показують, що множина способів підвищення швидкодії поліфункціональних систем є структурно неоднорідною. Є способи з найпростішою структурою, характерні для монофункціональних систем, що містять в своєму складі один елемент. Є способи, які містять два і більше елементів. Найбільш складний спосіб, що містить $L \times M \times N$ елементів. Крім того, елементи розрізняються між собою видом застосовуваних прийомів об'єднання.

Для розрізнення цих способів необхідна їх систематизація. В основу систематизації можна покласти дві ознаки. Перший - характеризує складність структури способу - кількість елементів (об'єктів), застосованих в структурі способу. Другий - характеризує якісні відмінності.

Виходячи з першої ознаки способи класифікуються на 1, 2, ..., $L \times M \times N$ елементні. Виходячи з другої ознаки найбільш простою може бути класифікація, заснована на виділенні комбінованих і об'єднаних способів.

Прикладами одноелементних способів є способи, які мають структури: $I_c \times B_д$; $I_c \times П_р$; $У_м \times O_д$; $У_м \times B_д$; $У_м \times П_р$; $C_м \times O_д$; $C_м \times B_д$; $C_м \times П_р$. Прикладами двоелементних об'єднаних способів будуть: $I_c \times (B_д + П_р\}$; $У_м \times (B_д + П_р\}$; $C_м\ (O_д + B_д\}$. Прикладами двоелементних комбінованих способів будуть: $\{I_c \times B_д + У_м \times O_д\}$; $\{I_c \times П_р + У_м \times O_д\}$. Прикладами трьохелементних комбінованих способів будуть: $\{I_c \times B_д + У_м \times O_д + I_c \times П_р\}$; $\{I_c(B_д + П_р) + У_м \times O_д\}$.

Прості і складні способи утворюють повну множину способів, які впливають на $T_ц$. В рамках прийнятої класифікації, множини $M_{пр}$ і $M_{об}$ є повними і охоплюють усі етапи підготовки та функціонування системи. Цим забезпечується повнота виявленої множини способів підвищення ефективності біотехнічних систем по показнику швидкодії.

Множина способів зменшення $T_ц$ може застосовуватися і по відношенню до позациклових втрат часу t_j, $j \in \{т,о,н,р\}$, пов'язаних з підготовкою робіт (т), їх недосконалою організацією (о), переналагодженням (н) і відновленням (р) техніки, які визначають величину коефіцієнта використання техніки η_Σ. Різниця полягає лише в конкретизації об'єктів $O_{дi}$, $B_{дi}$, $П_{рj}$ по відношенню до відповідних циклів.

Аналогічно визначається повна множина способів підвищення енергоефективності техніки [97]. Для цього розглядаються наступні залежності, що відображають взаємозв'язки між показниками енергоефективності, часом та параметрами енергії.

Виходячи з традиційного визначення поняття енергоефективності конкретизовану залежність для розрахунку питомих енерговитрат системи можна представити у вигляді:

$$Eф = \int_0^{Tц} N * dt \,/ Aф = \sum_{i=1}^{n} (Ni * Ti * hi) / \sum_{i=1}^{m} Ai\,, \qquad (2.14)$$

де: N, Ni, Ti, hi, Ai. – подавана і витратна усереднена в межах фазового циклу потужність, час використання потужності (тривалість фазового циклу), сумарний коефіцієнт втрат енергії (величина, зворотна коефіцієнту h* корисної дії енергоспоживаючого елемента системи) на i-му перетворенні і обсяг виконаних i-

х перетворень відповідно; *n, m* - кількості елементів системи - споживачів (джерел) енергії і перетворень.

Залежність для розрахунку приросту (збільшення) енергоефективності можна знайти шляхом обчислення диференціала варійованих складових з формули (2.14):

$$dE\phi = 2\sum_{i=1}^{n}(Ni * Ti * hj)dAA \,/[\sum_{i=1}^{m}(Ai)]^2 +$$

$$+ \sum_{i=1}^{n}(dNi * Ti * hi + dTi * Ni * hi + dhi * Ni * Ti) / \sum_{i=1}^{m} Ai \,. \qquad (2.15)$$

Для отримання структурних моделей необхідно виявити множини об'єктів і прийомів, які впливають на показник *dEф*. Це можна виконати на основі аналізу залежності (2.15) і циклограми перетворення енергії в системі з урахуванням спрямованості впливу на неї елементів системи.

Виходячи із залежності (2.18) можна встановити, що об'єктами, які беруть участь у формуванні показника *dEф*, є *Ni, Ti, hi, Ai* та їх прирости.

Множина прийомів встановлюється по циклограмі, як графічному зображенні періодів функціонування і простоїв елементів системи з урахуванням того, що кожен елемент є споживачем або постачальником енергії.

Приклад циклограми загального вигляду з трьома елементами системи показаний на рис.2.3. На циклограмі горизонтальними контурними лініями показані проміжки часу функціонування елементів системи і місця цих проміжків на часовій осі. Тонкі лінії означають простої елементів.

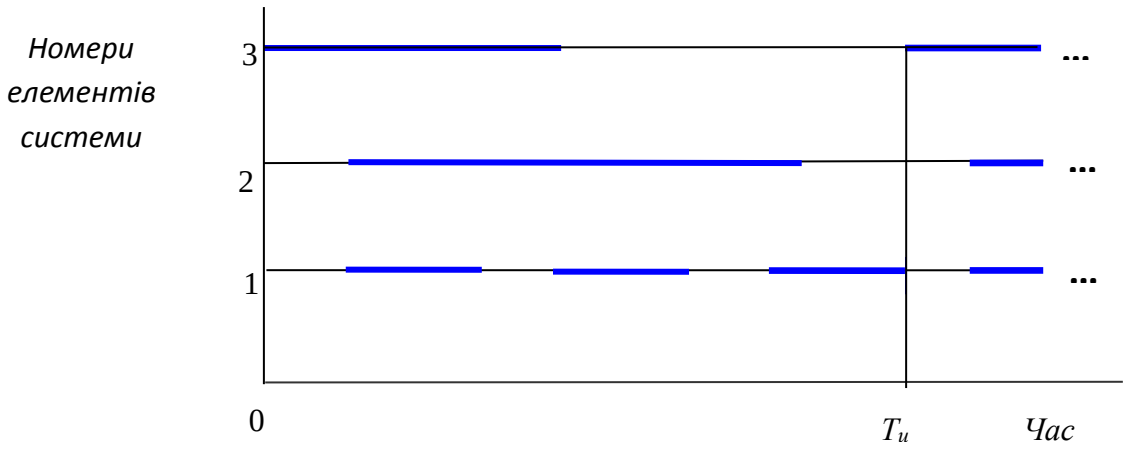


Рисунок 2.3 – Приклад циклограми з трьома елементами системи

Згідно з наведеною циклограмою, зменшення тривалості функціонування першого, другого і третього елементів системи і простоїв першого елемента може привести до скорочення $T_ц$. Аналіз цієї циклограми дозволяє зробити висновок про нелінійність впливу елементів системи на величину $T_ц$, що обумовлює потребу виділення критичного шляху, а також врахування потоків енергії для кожного елемента.

Показники *Ni, Ti, hi і Ai* є атрибутами певних функцій, за якими останні можуть ідентифікуватися. Для подальшого визначення структур способів підвищення енергоефективності за допомогою функцій їх необхідно систематизувати.

Згідно виділеної раніше тріади з двох видів функцій і простоїв, які містять функції: основні $O_{\partial i}$, $i \in \{\overline{1,k}\}$, які можуть бути за тривалістю t_{Oi}; k - кількість основних функцій, що реалізуються протягом циклу; допоміжні (підготовчі та заключні) функції $B_{\partial i}$, $i \in \{\overline{1,k}\}$ (їх тривалість позначається t_{Bi}). Простої $П_{pj}$, $j \in \{\overline{1,m}\}$ мають тривалість, що позначається $t_{Пj}$. а m – кількість простоїв.

По спрямованості впливу на енергозабезпечення системи можна виділити три класи функцій ті, що вимагають енергії (ендопроцеси), ті, які віддають енергію (екзопроцеси) і нейтральні (збалансовані по енергії, як правило, самоорганізовані) функцій. Два з зазначених класів і наведені вище види функцій спільно з характеристиками потужності і простоями утворюють загальну множину $M_{соб}$, що складається з множини $M_{об}$ і $M_{об}^*$ об'єктів, які визначають енергоспоживаючі і енерговіддаючі властивості системи в межах циклу:

$$M_{соб}=M_{об}+ M_{об}^*, \tag{2.16}$$

де:

$$M_{об} = \{N_1,N_2, \dots ,N_k, h_1, h_2, \dots ,h_k, O_{\partial 1}, O_{\partial 2}, \dots ,$$
$$O_{\partial k}, B_{\partial 1}, B_{\partial 2}, \dots ,B_{\partial k}, П_{p1}, П_{p2}, \dots , П_{pm1}\};$$
$$M_{об}^* =\{ N_1^*,N_2^*, \dots ,N_n^*,h_1^*,h_2^*, \dots ,h_n^*, O_{\partial 1}^*, O_{\partial 2}^*, \dots ,$$
$$O_{\partial n}^*, B_{\partial 1}^*, B_{\partial 2}^*, \dots , B_{\partial n}^*, П_{p1}^*, П_{p2}^*, \dots, П_{pm2}^* \}. \tag{2.17}$$

Тут, крім раніше введених позначень, прийнято: параметри без верхнього індексу - відносяться до енергоспоживаючого класу функцій, а з верхнім індексом * - до енерговіддаючого класу функцій; *n* - кількість основних і пов'язаних з ними допоміжних, що відносяться до класу енерговіддаючих, функцій; *m1, m2* - кількості простоїв між діями основних, допоміжних або основних і допоміжних функцій у класах енергоспоживаючих і енерговіддаючих функцій відповідно.

Згідно циклограмі повною множиною прийомів $M_{пр}$, які дозволяють зменшити енергоспоживання, зменшуючи довжину замикаючого відрізка $T_ц$ і значення споживаних на різних етапах циклу потужностей, є множина $M_{пр}$ (2.9), що містить прийоми виключення I_c, зменшення $У_м$ і суміщення $C_м$.

Симетричну множину $M^*_{пр}$, прийомів, спрямованих на самозабезпечення енергією системи, можна сформувати для енергододаючих функцій:

$$M^*_{пр} = \{Д_о, У_в, Р_д\} \qquad (2.18)$$

Елементами множини (2.18) є прийоми: $Д_о$, $У_в$, $Р_д$ - додавання, збільшення і поділ відповідно.

Застосовуючи ці множини прийомів до відповідних елементів множин об'єктів (2.17) з урахуванням спрямованості дії, для випадку монофункціональних систем ($k=l=m=n=1$), можна отримати загальну множину $M_{сп}$ (вектор r_{ij})) потенційних структур способів підвищення енергоефективності таких систем як топологічні відтворення елементів цих множин:

$$M_{сп}=M_{пр}\times M_{об} + M_{пр}^*\times M_{об}^* = \{ И_c\times N,\ У_м\times N,\ C_м\times N,\ I_c\times h,\ У_м\times h,\ C_м\times h,\ I_c\times O_д,\ У_м\times O_д,\ C_м\times O_д,\ I_c\times B_д,\ У_м\times B_д,\ C_м\times B_д, I_c\times П_р,\ У_м\times П_р,\ C_м\times П_р,\ Д_о\times N^*,\ У_в\times N^*,\ Р_д\times N^*,\ Д_о\times h^*,\ У_в\times h^*,\ Р_д\times h^*,\ Д_c\times O_д^*,\ У_в\times O_д^*,\ Р_д\times O_д^*,\ Д_c\times B_д^*,\ У_в\times B_д^*,\ Р_д\times B_д^*,\ Д_c\times П_р^*,\ У_в\times П_р^*,\ Р_д\times П_р^*\}. \qquad (2.19)$$

Елементи $I_c\times O_д$, а також $Д_c\times П_р^*$ *та* $У_в\times П_р^*$ суперечать меті створення системи, оскільки без виконання основних (цільових) функцій система не може мати цільового використання, а з додаванням і збільшенням простоїв, які подають енергію підсистем, система зменшує ефективність. Через це, загальне число $K_{сп}$

способів підвищення енергоефективності монофункціональних систем визначається відтворенням потужностей $|M_{об}|$ та $|M_{пр}|$ зазначених множин за винятком трьох елементів, тобто

$$K_{сп}=|M_{об}|\times|M_{пр}| + |M_{об}^{*}|\times|M_{пр}^{*}| -3 = 5\times3+5\times3- 3= 27 \qquad (2.20)$$

При розробці заходів врахуємо, що, відповідно до залежності (2.15), енергоефективність залежить від двох складових: загального споживання енергії, що визначається споживаною потужністю і часом її споживання, а також вихідним обсягом необхідних перетворень.

Найбільш часто застосовуються для реалізації кожної зі структур, наведених в залежності (2.19) типових способів, відображені в табл. 2.7.

Таблиця 2.7.

Множина способів підвищення енергоефективності монофункціональних систем

Прийом	Об’єкт	Спосіб	Структурна формула	Клас способу
1	2	3	4	5
Виключення	Енергія для ендопроцесів	Перехід на технології, що виключають потреби в енергії що подається	$I_c\times N$,	1
	Енергія, що подається для ендопроцесів і втрачається у перетворювачах	Виключення втрат при перетворенні енергії	$I_c\times h$,	2
	Простої	Виключення простоїв	$I_c\times П_р$	3
	Допоміжні функції – ендопроцеси	Виключення допоміжних функцій	$I_c\times B_д$	4
Зменшення	Енергія, що подається	Зменшення споживаної енергії	$У_м\times N$,	5

Продовження таблиці 2.7.

1	2	3	4	5
	Енергія, що подається і втрачається у перетворювачах	Зменшення втрат при перетворенні енергії	$У_м \times h$,	6
Зменшення	Простої	Скорочення простоїв	$У_м \times П_р$	7
	Допоміжні функції – ендопроцеси	Скорочення тривалості допоміжних функцій (інтенсифікація допоміжних функцій і зменшення обсягу перетворень)	$У_м \times В_д$	8 (8.1 + 8.2)
	Основні функції – ендопроцеси	Скорочення тривалості основних функцій (інтенсифікація основних функцій і зменшення обсягу перетворень)	$У_м \times О_д$	9 (9.1 + 9.2)
Поєднання	Енергія, що подається для ендопроцесів	Суміщення споживаної енергії	$С_м \times N$,	10
	Енергія, що подається для ендопроцесів і втрачається у перетворювачах	Суміщення втрат при перетворенні енергії	$С_м \times h$	11
	Простої	Суміщення простоїв	$С_м \times П_р$	12
	Допоміжні функції – ендопроцеси	Суміщення допоміжних функцій	$С_м \times В_д$	13
	Основні функції – ендопроцеси	Суміщення основних функцій	$С_м \times О_д$	14
Додавання	Енергія екзопроцесів	Додавання джерел енергії ендопроцесів	$Д_о \times N^*$	15
	Коефіцієнт корисної дії екзопроцесів	Додавання каналу подачі енергії від джерела екзопроцесів	$Д_о \times h^*$	16
	Основні функції – екзопроцеси	Додавання основних функцій -екзопроцесів	$Д_с \times О_д^*$	17

Продовження таблиці 2.7.

1	2	3	4	5
Додавання	Допоміжні функції – екзопроцеси	Додавання допоміжних функцій -екзопроцесів	$Д_с \times В_д^*$	18
Збільшення	Енергія, що подається із екзопроцесів	Збільшення енергії , що подається з ендопроцесів	$У_в \times N^*$	19
	Коефіцієнт корисної дії перетворювачів енергії екзопроцесів	Збільшення коефіцієнта корисної дії перетворювача енергії з джерела екзопроцесів	$У_в \times h^*$	20
	Основні функції – екзопроцеси	Збільшення тривалості основних функцій-екзопроцесів (уповільнення основних функцій і збільшення їх обсягу)	$У_в \times О_д^*$	21 (21.1 + 21.2)
	Допоміжні функції – екзопроцеси	Збільшення тривалості допоміжних функцій - ендопроцесів (уповільнення допоміжних функцій і збільшення їх обсягу)	$У_в \times В_д^*$	22 (22.1 + 22.2)
Розділення	Енергія, що подається із екзопроцесів	Поділ енергії, що подається з ендопроцесів	$Р_д \times N^*$	23
	Коефіцієнт корисної дії екзопроцесів	Розділення коефіцієнта корисної дії джерела екзопроцесів	$Р_д \times h^*$	24
	Основні функції – екзопроцеси	Розділення основних функцій	$Р_д \times О_д^*$	25
	Допоміжні функції – екзопроцеси	Розділення допоміжних функцій	$Р_д \times В_д^*$	26
	Простої	Розділення простоїв	$Р_д \times П_р^*$	27

У табл. 2.8 наведені приклади заходів, що застосовуються для реалізації способів підвищення енергоефективності виробничих систем.

Таблиця 2.8.

Приклади заходів, що застосовуються для реалізації способів підвищення енергоефективності систем

Клас способу	Заходи
1.	Перехід на процеси, які не потребують споживання енергії
2.	Виключення потреби в перетворювачах енергії
3.	Перехід до безперервних процесів
4.	Застосування нових технологій, які не вимагають допоміжних дій або систем, які самоорганізують ці дії
5.	Перехід на енергозберігаючі технології
6.	Застосування перетворювачів з вищим коефіцієнтом корисної дії
7.	Підвищення надійності систем. Зменшення простоїв, пов'язаних з організаційно-технічними та іншими факторами
8.1.	Підвищення швидкодії виконавчих механізмів, агрегатів і вузлів, що реалізують допоміжні дії. Оптимізація геометричних, кінематичних, динамічних і міцністних властивостей елементів систем. Адаптація режимів виконання допоміжних функцій.
8.2	Мінімізація вихідних обсягів допоміжних дій, зменшення тривалості неробочих ходів. Зменшення кривизни траєкторій виконавчих механізмів, агрегатів і вузлів, що реалізують допоміжні дії
9.1	Підвищення швидкодії виконавчих механізмів, агрегатів і вузлів, що реалізують основні дії. Оптимізація геометричних, кінематичних, динамічних і міцністних властивостей елементів систем. Адаптація режимів виконання основних функцій.
9.2	Вибір робочих траєкторій з мінімальною кривизною для робочих органів елементів систем. Застосування робочих траєкторій мінімальної довжини для об'єктів, які виконують основні функції.
10.	Суміщення джерел енергії для кожного споживача

Продовження таблиці 2.8.

1	2
11.	Застосування інтегральних перетворювачів
12.	Оптимізація циклів роботи машин
13	Максимальна паралельна реалізація допоміжних функцій
14.	Максимальна паралельна реалізація основних функцій. Концентрація робочих місць, зон обробки, операцій, позицій
15.	Розширення застосування екзопроцесів у системі
16.	Додавання каналу подачі енергії від джерела екзопроцесів, використання концентраторів енергії і теплових насосів
17.	Додавання основних функцій-екзопроцесів. Диверсифікація технологій основного виробництва
18.	Додавання допоміжних функцій - екзопроцесів. Диверсифікація технологій допоміжного виробництва
19.	Збільшення ступеня використання вторинної енергії і потужності, яка подається з екзопроцесів
20.	Використання перетворювачів енергії від джерела екзопроцесів з підвищеним коефіцієнтом корисної дії
21.1 21.2.	Збільшення тривалості основних функцій-екзопроцесів (уповільнення основних функцій-екзопроцесів). Збільшення обсягу основних функцій-екзопроцесів
22.1 22.2.	Збільшення тривалості допоміжних функцій - екзопроцесів (уповільнення допоміжних функцій) Збільшення обсягу допоміжних функцій - екзопроцесів
23.	Диверсифікація подачі енергії з екзопроцесів
24.	Оптимізація перетворювачів джерела енергії з екзопроцесів.
25.	Оптимізація структури основних функцій-екзопроцесів
26.	Оптимізація структури допоміжних функцій-екзопроцесів
27.	Оптимізація структури простоїв

Способи з табл. (2.8) відносяться до виду, так званих, простих, які не виводяться один з іншого.

Аналогічно визначенню M_{cn} для монофункціональних систем знаходиться множина способів підвищення енергоефективності багатофункціональних (багатономенклатурних) систем, при k>1, l>1, m>1, n>1. Це досягається шляхом поширення дії прийомів (2.9) і (2.18) на всі об'єкти множини (2.19) і формування можливих об'єднань з урахуванням виділення кожного з простих способів для всіх $i \in \{\overline{1,k}\}$, $j \in \{\overline{1,m}\}$, $q \in \{\overline{1,l}\}$,. p $i \in \{\overline{1,n}\}$. При цьому враховується, що прийом I_c при застосуванні до одного і того ж об'єкту виключає застосування до нього інших прийомів.

Отримавши множину (2.19), можна сформувати повну множину M_{sh} можливих структурних рішень щодо швидкодії та енергоефективності для кожного можливого шляху забезпечення потрібних властивостей системи:

$$M_{\text{пsh}} = M_{sh} \text{ x } r_{ij} . \qquad (2.21)$$

Для кожного елементу множини $M_{\text{пsh}}$, як одного із можливих структурних рішень, повинні бути створені можливості для проведення параметричної оптимізації. Вказаними моделями створена можливість виконати конкретизацію моделей та вирішити задачу структурно-параметричного комплексно оптимізаційного синтезу діагностично-оздоровчого комплексу з виконанням опційної процедури на основі аналітичного технологічного аудиту.

Вирішення задачі моделювання процесів створення біотехнічної системи на основі дедуктивного підходу з використанням інформаційних інваріантів може здійснюватись шляхом конкретизації наступних загальних моделей. Певна частина моделей є відомою, а інша частина формується у процесі дослідження.

1. Моделі шляхів забезпечення потрібних властивостей системи, наведені у табл. 2.9. Позначення структурних інформаційних інваріантів – типових фазових циклів – складових життєвого циклу – відповідають раніше введеним.

Таблиця 2.9.

Можливі шляхи забезпечення потрібних властивостей комплексу

№	Шлях	Структурні моделі	Назва
1	Використання системи без переналагодження	$Ф \oplus У_ф$	Управління
2	Використання системи з переналагодженням	$[(Н \oplus У_н) \otimes (Ф \oplus У_ф)] \oplus У_{нф}$	Переналагодження
3	Використання модернізованої системи	$[(Д \oplus У_д) \otimes (П \oplus У_п) \otimes (Л_б \oplus У_{лб}) \otimes (В \oplus У_и) \otimes (С \oplus У_с) \otimes (З \oplus У_з) \otimes (Н \oplus У_н) \otimes (Ф \oplus У_ф)] \oplus У_{жц}$	Модернізація
4	Використання новостворюваної системи традиційного виду	$(П \oplus У_п) \otimes (В \oplus У_и) \otimes (С \oplus У_с) \otimes (З \oplus У_з) \otimes (Н \oplus У_н) \otimes (Ф \oplus У_ф) \otimes (О \oplus У_о) \otimes (Р \oplus У_р) \otimes (М \oplus У_м) \otimes (Л \oplus У_л)] \oplus У_{жц}$	Перебудова
5	Використання новостворюваної системи інноваційного виду	$[(Д \oplus У_д) \otimes (П \oplus У_п) \otimes (В \oplus У_и) \otimes (С \oplus У_с) \otimes (З \oplus У_з) \otimes (Н \oplus У_н) \otimes (Ф \oplus У_ф) \otimes (О \oplus У_о) \otimes (Р \oplus У_р) \otimes (М \oplus У_м) \otimes (Л \oplus У_л)] \oplus У_{жц}$	Інноваційна побудова

У табл. 2.9 Індекс «б» означає приналежність до старої (колишньої) системи; $У_{ні}$, $і Є \{Д, П, В, С, З, Н, Ф, Р, О, М, Л\}$, $У_{жц}$ – керуючі системи для фазових підсистем, які реалізують фазові цикли та ЖЦ в цілому. Знак $\oplus$ означає паралельне виконання дій (функцій, циклів), а знак $\otimes$ – послідовне.

Сукупність фазових циклів п’ятого шляху визначає найбільш загальну модель структури ЖЦ, яка дозволяє реалізувати інноваційний біотехнічний комплекс, що підлягає розробці.

2. Моделі технічних засобів різних рівнів технізації з множини можливих, заданих періодичною системою технічних елементів: ручного – Р, механізованого – М, автоматизованого – А, інтелектуалізованого – І. Їх структури повинні відповідати типовим структурам технічних засобів із періодичної системи технічних елементів [94].

3. Універсальний моделюючий блок, необхідний для переходу від функціональних до елементних структур (2.4), що відображає цільові та вимушені перетворення [110, 91]:

4. Модель (2.9), що відображає можливі способи підвищення швидкодії системи;

5. Модель (2.19) можливих структур способів підвищення енергоефективності системи:

6. Модель вектора $r_{jк.}$ базових атрибутів комплексу, що розглядається як складна система, з компонентами [129]: сфера застосування, призначення, функції, принципи дії, процеси (технології), структури, параметри.

7. Загальні закономірності розвитку систем в процесі їх еволюції [95] (табл. 2.10).

Таблиця 2.10.

Загальні закономірності розвитку систем в процесі їх еволюції

№ з/п	Атрибут	Значення атрибутів для поколінь технічних систем			
		Покоління n	Покоління n+1	Покоління n+2	Покоління n+m
1	2	3	4	5	6
1	Сфера застосування	Моносферне	Двохсферне	Трьохсферне	Багатосферне (полісферне)
2	Призначення	Спеціалізоване	Розширене	Системно-розширене	Універсальне
3	Функції	Монофункціональне	Біфункціональне	Трьохфункціональне	Багатофункціональне
4	Ефекти (принципи дії)	З одним визначаючим ефектом	З двома визначаючими ефектами	З трьома визначаючими ефектами	З множиною визначаючих ефектів

Продовження таблиці 2.10.

1	2	3	4	5	6
5	Процеси	Дискретні	Дискретно-безперервні	Безперервно-дискретні	Безперервні (квазібезперервні)
6	Структура	Стала	Переналагод-жувальна	Модернізуюча	Самоорганізуюча
7	Параметри	100%	120-150% і більше	145-225% і більше	Від $(1,2 - 1,5)^m$ x100%

Наведені в таблиці ознаки визначають загальну спрямованість розвитку систем. Вони дозволяють створити класифікацію, виділивши класифікаційні системні і надсистемні ознаки систем [130].

До надсистемних відносяться перші дві ознаки - сфера застосування та призначення (переназначеного), які не можуть бути визначені при безпосередньому розгляді системи і повинні задаватися на рівні надсистеми. Решта відносяться до системних, властивим власне конструкції (пристрою) системи та властивостями, що проявляється при її експлуатації.

При систематизації структур можна використовувати два види класифікацій. Перша з них передбачає виділення ієрархічних рівнів елементів систем на основі принципу включення.

Згідно з цим принципом кожен елемент нижчого ієрархічного рівня є частиною відповідного елемента вищого ієрархічного рівня. Така класифікація носить назву елементної [92]. Вона дозволяє конкретизувати підпорядкованість елементів. Другий вид класифікації заснований на ранжируванні класів об'єктів. При цьому ієрархічний рівень класу визначається на основі принципу інформаційної співпідпорядкованості, а об'єкти є складовими елементами виділених класів. Класифікації такого виду звуться ієрархіями класів. Їх призначення - конкретизація типів елементів в структурі елементів.

В ієрархії класів вищий рівень збігається з вищим рівнем ієрархії елементів. Другий рівень займають елементи, які відносяться до класу видів, третій - до класу типів, четвертий - до класу груп і т.д.

Клас видів об'єкта утворюється на основі інформації про призначення системи, в залежності від субстанції, яка їм перетворюється.

Клас типів об'єктів визначається на основі їх диференціації за принципами дії в межах кожного виду. Клас груп і інші класи нижчих рівнів ієрархії визначаються для кожного виду і типу підсистем за їх властивостями. При цьому використовується інформація щодо особливостей будови об'єктів, приналежності до виробника та інша. Це дозволяє ідентифікувати кожен зразок систем: вид - біотехнічна, тип - діагностико-оздоровча, клас - переносна, підклас - комп'ютеризована, група - з автоматизованим отриманням діагностичної інформації, підгрупа - малогабаритна, екземпляр - № N. Подальша класифікація цієї системи дозволяє виділити звичайне або водонепроникне виконання, підприємство-виробник та інші ознаки.

Сфера застосування, призначення і функції системи визначають її вид, ефекти (принципи дії) - її тип, процеси (технології) - клас, структури - групу, параметри - експлуатаційні класифікаційні ознаки.

За сферами застосування, згідно з табл. 2.10 виділяють моносферні, як правило, стаціонарні, системи для застосування в клініках, лікувальних або діагностичних центрах. До двохсферних відносяться системи, призначені для функціонування в спеціалізованих і домашніх умовах.

У межах призначення виділяють зазначені в табл. 2.10 системи від спеціальних (спеціалізованих) до широкоуніверсальних для застосування в обох сферах.

Функція - діяльність, робота, зовнішній прояв властивостей об'єкта в даній системі відносин. Функції можуть реалізовуватися у різних просторах. Це пов'язано із загальною закономірністю створення штучних об'єктів, які передбачають послідовне виконання процесів мислення, знакового оформлення його результатів (розробку знакових моделей - технічної документації), побудови

об'єкта за знаковою моделлю та інших дій. Для біотехнічного приладобудування типовими є перелічені раніше фазові цикли, які складають ЖЦ.

Залежно від перетворення системою субстанції при реалізації її функцій, визначають види систем: діагностичні, лікувальні (оздоровчі) і комбіновані (комплексні).

Відповідно до існуючої системою атрибутів (табл. 2.1) типи систем відрізняються між собою видами застосовуваних фізичних ефектів (принципом дії) і структурними ознаками, що визначають рівень автоматизації системи. За цією ознакою в біотехнічних комплексах виділяють, наприклад, електронний тип з різними рівнями технізації.

Процеси (технології) визначають класи систем.

Структури систем визначають їх групи. Структури відносяться до об'єктів типу «предмет» і типу «процес». Оскільки структури залежать від функцій і рівня їх технізації, за цією ознакою будується дворівнева класифікація. На першому рівні виділяють групу простих і складних систем, а на другому - виділяють їх підгрупи, в залежності від структур, відповідних рівнів реалізації антропної функції. Останнє пов'язано з тим, що на технічні засоби покладається певна частина тих функцій, які структурно подібні відповідним людським функціям [94].

Виходячи їх цього, до групи простих систем відносять ті з них, які не містять пристроїв, здатних здійснювати акти прийняття рішень. В області біомедичної техніки до таких відносяться різні інструменти, ємності, прості реактори, пристосування та інші пристрої. У групі простих, в свою чергу, систем виділяють дві підгрупи, до яких відносяться ручні і механізовані системи. Механізовані системи, наприклад, на відміну від ручних, мають джерело енергії.

Ті системи, які містять пристрої, здатні приймати рішення - системи (блоки) управління - відносяться до групи складних. Зокрема, в групі складних систем виділяють підгрупи автоматизованих (комп'ютеризованих), інтелектуалізованих, розумних, самоорганізованих і самовідтворювальних систем [94].

При цьому, зазначені класифікаційні ознаки можуть застосовуватися як щодо основних (цільових) функцій системи, так і до допоміжних або управлінських.

Для основних біотехнічних систем ієрархічні рівні класифікації визначаються наступним чином: тип - обладнання, група - інтегральний комплекс, підгрупа - діагностично-оздоровлююча.

Для допоміжної системи енергетичного виду виділяються тип - електричний, група - акумулятор. Залежно від особливостей конструктивного виконання під різні умови роботи подальша класифікація цієї системи дозволяє виділити звичайне або вибухонебезпечне виконання, підприємство-виробник та інші ознаки.

Для забезпечуючих систем: тип – інформаційний група – комп’ютерний, підгрупа – переносний.

Важливу інформацію для класифікації, перш за все, з експлуатаційної точки зору, несуть значення параметрів. Вони визначають чисельні значення тих характеристик, які дозволяють оцінити можливість, доцільність і перспективність застосування системи для певних умов її експлуатації. До таких параметрів належать ті з них, які детермінують значення категоріальних атрибутів: простору (габарити), речовини (вага), часу (швидкодія), енергії (потужність), інформації (обчислювальні характеристики, пам'ять і ін.). Інтегральними показниками (параметрами) є показники достовірності, вартості, надійності, екологічності.

Параметри можуть ставитися не тільки до експлуатаційного, але і до інших фазових циклів - етап життєвого циклу техніки. Наприклад, до таких параметрів належать час проектування системи, час доведення її до серійного виробництва, рівень технологічності та інші.

До базових показників об'єкта типу «процес» відносяться цикли [131].

Цикл - сукупність процесів в системі явищ, які періодично повторюються, при яких об'єкт, що змінюється в певній послідовності, знову приходить в початковий стан.

Поняття циклу дає можливість структурувати тимчасові інтервали, встановити залежності між його характеристиками і характеристиками результатів змін. Проміжок часу від початку до кінця циклу визначає його тривалість - Тц. Для складних систем основними є два види циклів. Перший пов'язаний з функціонуванням, другий - з розвитком. Обидва види циклів мають ієрархічну

будову. Об'єкти нижчого ієрархічного рівня є частинами об'єктів вищого ієрархічного рівня.

Структуру циклів нижніх рівнів можна представити так, як зображено на рис. 2.4.

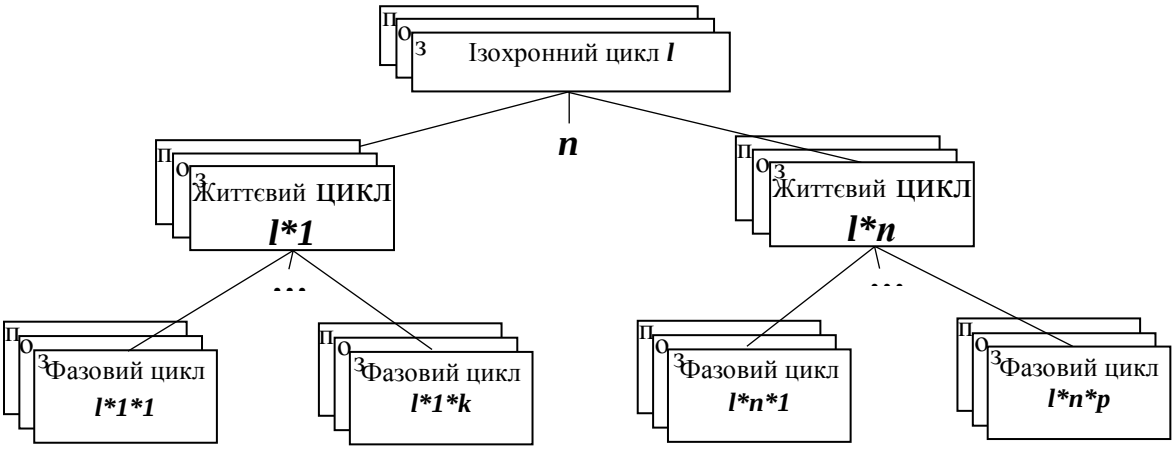


Рисунок 2.4 – Загальна модель структури циклів нижніх рівнів складних систем

Індекси П, О та З означають підготовчий, основний і заключний цикли відповідно.

Необхідність використання ізохронних циклів пов'язана з тим, що запропонований в даній роботі метод синтезу вимагає застосування нових типів систем, які реалізують ці цикли.

У межах кожного ізохронного циклу виділяються ЖЦ конкретних зразків систем. ЖЦ характеризується відрізком часу Тжц, протягом якого з'являються, розвиваються, функціонують, модернізуються і ліквідуються сукупності певних типів складних систем.

Складовими частинами ЖЦ є фазові цикли, які відрізняються між собою характером функцій, що реалізуються на них відповідно до загальної закономірністю появи, розвитку, функціонування та ліквідації штучних утворень.

Цільовим фазовим циклом є цикл Ф. Його реалізація забезпечує досягнення мети створення системи.

Системоутворюючим для циклів є інформаційний інваріант – структура процесу створення штучних об'єктів на основі принципу інформаційної

співпідпорядкованості етапів. Цей принцип полягає в тому, що інформація, яка утворюється на попередньому циклі, повинна бути достатньою для реалізації наступного циклу.

Потреби забезпечення техніки ресурсами вимагають того, щоб синхронно з основними діями реалізовувалися функції, що утворюють забезпечуючий цикл (ЗЦ). Крім того, на всіх циклах здійснюється управління – реалізується управлінський цикл (У).

З цього випливає, що в процесах біомедичних приладобудівних систем цикли мають тріадну структуру, яка відображатиме матеріально-енерго-інформаційні перетворення.

Загальна схема цільового циклу Ф може бути описана наступною моделлю [134]:

$$Ф = (ПЕ \oplus ОЕ \oplus ЗЕ) \otimes ЗЦ \otimes У, \qquad (2.22)$$

де позначення ПЕ, ОЕ, ЗЕ - початковий, основний і заключний етапи циклу. Знак $\oplus$ означає послідовне, а знак $\otimes$ - паралельне виконання циклів (етапів).

Модель (2.22) відображає загальний принцип об'єднання речових, енергетичних та інформаційних субстанцій і процесів при штучних перетвореннях.

Структура кожного з етапів або всього циклу будь-якого ієрархічного рівня можна деталізувати. Структура мінімально деталізованого ЖЦ відповідно до введених позначеннями може бути наступна [131]:

$$ЖЦ=(Д \oplus П \oplus В \oplus С \oplus З \oplus Н \oplus Ф \oplus О \oplus ... \oplus Ф \oplus Р \oplus Н \oplus Ф \oplus О \oplus ...$$
$$\oplus М \oplus Н \oplus Ф \oplus О \oplus Л) \otimes У \otimes ЗЦ. \qquad (2.23)$$

Символом ... позначені можливі повторення цілісних фрагментів життєвого циклу, наприклад, типу $Р \oplus Н \oplus Ф$.

З урахуванням того, що забезпечуючий і управлінський цикли на кожному з фазових циклів змінюють свій характер, далі залежність (2.23), можна деталізувати наступним чином:

$$ЖЦ=(Д\otimes ЗЦ_д\otimes У_д)\oplus(П\otimes ЗЦ_п\otimes У_п)\oplus(В\otimes ЗЦ_В\otimes У_В)\oplus(С\otimes ЗЦ_с\otimes У_С)\oplus(З\otimes ЗЦ_з\otimes У)$$
$$\oplus(Н\otimes ЗЦ_н\otimes У_н)\oplus(Ф\otimes ЗЦ_ф\otimes У_ф)\oplus(О\otimes ЗЦ_о\otimes У_о)\oplus...\oplus(Ф\otimes ЗЦ_ф\otimes У_ф)\oplus(Р\otimes ЗЦ_р$$
$$\otimes У_р)\oplus(Н\otimes ЗЦ_н\otimes У_н)\oplus(Ф\otimes ЗЦ_ф\otimes У_ф)\oplus(О\otimes ЗЦ_о\otimes У_о)\oplus\ldots\oplus(М\otimes ЗЦ_м\otimes У_м)\oplus$$
$$(Н\otimes ЗЦ_н\otimes У_н)\oplus(Ф\otimes ЗЦ_Ф\otimes У_Ф)\oplus(Л\otimes ЗЦ_л\otimes У_л). \qquad (2.24)$$

В залежності (2.24) складові циклів ЗЦ і У виділені нижніми індексами, які збігаються з позначеннями фазових циклів.

Цикл У також, маючи тріадну структуру, може ділиться на ряд своїх складових циклів: формування цілей (критеріїв) управління, управління станом і управління процесом.

Цикл ЗЦ за своїм характером може бути розділений на цикли нижнього по відношенню до нього ієрархічного рівня. До складу цих циклів можуть входити цикли обслуговування, ресурсозабезпечення, оптимізації.

Зазначеним визначається аспект структуризації, що відноситься до прояву підготовчих дій.

Кожен із циклів на всіх ієрархічних рівнях повинен бути попередньо підготовлений до реалізації, тобто, його структура повинна відповідати залежності (2.22). З неї випливає, що кожному цільовому циклу передує підготовчий цикл. Кожному підготовчого циклу - свій підготовчий цикл і т.д.

Для цільового фазового циклу Ф, на початку цикли Д, П, В, Н, С, З, а після зносу, ремонту та модернізації приладу цикли Р, Н і М, Н реалізують підготовчий етап. В межах цих циклів здійснюється перехід від задуму приладу (системи приладів) до його реально існуючим зразком в працездатному стані. Фазовий цикл Л є заключним, що забезпечує функціональну замкненість ЖЦ.

Цільовий фазовий цикл Ф у біомедичних приладів, як правило, є багаторазовим. Інші фазові цикли можуть бути як багаторазовими (наприклад, цикли Н, М, Р), так і одноразовими (наприклад, цикли С, Л).

Цикл Ф, як складова частина життєвого циклу, відноситься до циклів розвитку. В той же час цей цикл є і циклом функціонування системи.

У межах циклу Ф, як циклу функціонування, виділяється безліч робочих циклів. Протягом кожного робочого циклу виконується закінчений обсяг роботи - цільової функції.

Відповідно до залежності (2.2) система функцій будується з тріадних ланцюгів, що включають по три складових: підготовчі, основні і заключні функції. Фрагмент такої системи зображений на рис. 2.5.

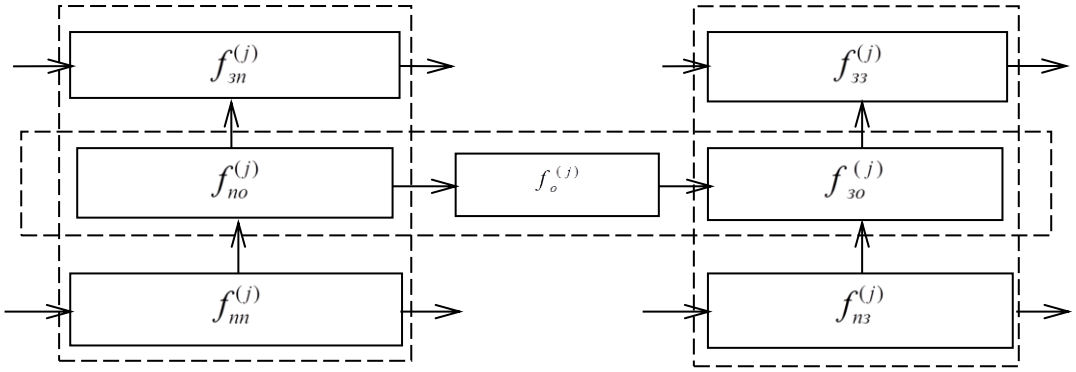


Рисунок 2.5 – Фрагмент структури системи функцій

На цьому рисунку пунктирними лініями виділені пов'язані між собою умовою безперервності циклів тріадні ланцюги для основної функції $f_o^{(j)}$, що відносяться до *j*-му ієрархічному рівню. Попередні підготовчі та заключні функції і цикли відзначені стрілками входів і виходів відповідно.

Кожна із функцій $f_i^{(j)}$ $i \in \{\overline{1,N}\}$, де N - число функцій, на кожному ієрархічному рівні *j* може мати складну структуру. Це випливає з можливості об'єднання функцій одним з трьох способів [7]:

- послідовним $f_i^{(j+1)} = f_{i1}^{j} \oplus f_{i2}^{j};$ (2.25)

- паралельним: $f_i^{(j+1)} = f_{i1}^{j} \otimes f_{i2}^{j};$ (2.26)

- мережевим: $f_i^{(j+1)} = f_1^{(j)} \Theta f_2^{(j)} \ldots \Theta f_n^{(j)}, \quad \Theta \in \{\oplus, \otimes\}.$ (2.27)

Тобто, кожна з показаних на рис. 2.5 функцій може складатися з ряду більш простих функцій, ті, в свою чергу, з ще більше простих і так, аж до елементарних, утворюючи свою ієрархію.

Елементарні функції можуть виділятися відповідно до понять елементарних математичних функцій, які застосовуються до скалярних і векторних величин. Серед них [91]: переміщення в просторі, зміна властивостей, зміна амплітуди, зміна напрямку, обертання, накопичення, розсіювання та інші. Особливістю елементарних функцій, виділених зазначеним методом, є те, що вони є парними (наприклад, накопичення - розсіювання, прискорення - уповільнення).

Показана на рис. 2.5 структура відноситься як до цільових, так до керуючих і забезпечуючих функцій. Вона є одним з інформаційних інваріантів будь якої штучної системи.

На рівні складних систем виділяють структури, котрі реалізують усі етапи ЖЦ при підготовці і виконанні однієї або декількох функцій. Синтез таких структур проводиться шляхом постановки у відповідність кожному фазовому циклу – відносно відокремленої частини ЖЦ - своєї системи (підсистеми). Такі системи - комплекси відносяться до категорії повних.

У складі повної системи згідно з етапами ЖЦ (2.22) виділяють підсистеми одного і того ж ієрархічного рівня: $S_д$ - інтелектуальної діяльності (маркетингову, аналітичну), $S_п$ - проектуючу, $S_и$ - виготовляючу (машинобудівну), $S_с$ - випробувально-сертифікаційниу, $S_з$ - збутову, $S_н$ - налагоджувально-навчальну, $S_ф$ - цільового функціонування (робочу); $S_о$ – обслуговуючу; $S_р$ - ремонтну, $S_м$ - модернізаційну та $S_л$ – утилізуючу. До складу такої системи повинні входити своя підсистема управління $S_у$ і допоміжна підсистема $S_в$, яка реалізує забезпечуючі функції (наприклад, подачу енергії, витратних матеріалів). На основі диференціації $S_у$ и $S_в$ виділяють підсистеми нижчого ієрархічного рівня, які виконують управлінські та допоміжні функції на фазових циклах.

Кожна із підсистем S_i, $S_{уi}$ та $S_{вi}$, $i \in$ {Д, П, И, С, З, Н, Ф, О, Р, М, Л}, де множина індексів i відповідає індексам, введеним вище при позначенні підсистем, може

розглядатися як система, яка складається з ряду своїх підсистем, які спеціалізуються на виконанні певних функцій, груп операцій, однієї операції або її складових. Наприклад, проектуюча система може бути розділена на підсистеми з проектування діагностичних комплексів і оздоровчих комплексів. У свою чергу, кожна з виділених підсистем може далі ділитися на підсистеми ще більш низьких ієрархічних рівнів. Зокрема, підсистема для проектування діагностичних комплексів може бути розділена на підсистеми проектування загального компонування, корпусних деталей, датчиків, керуючих пристроїв та інших елементів. Останні підсистеми можна розподілити на ще менші підсистеми. Так триває до досягнення нижчого рівня, на якому можлива реалізація необхідної функції, тобто до рівня елементарної повнофункціональної системи [94].

Аналогічно поділяються на підсистеми цільова (робоча) і інші підсистеми даної системи.

Особливістю біотехнічних комплексів є те, що, як правило, до їх складу не включаються системи, що реалізують підготовчі цикли.

На базі комплексу структур проводиться синтез конкретизованої моделі системи, в відповідності із загальною схемою, наведеною на рис. 2.6 [131,110] шляхом послідовного збільшення інформації з використанням інформаційного інваріанта 14).

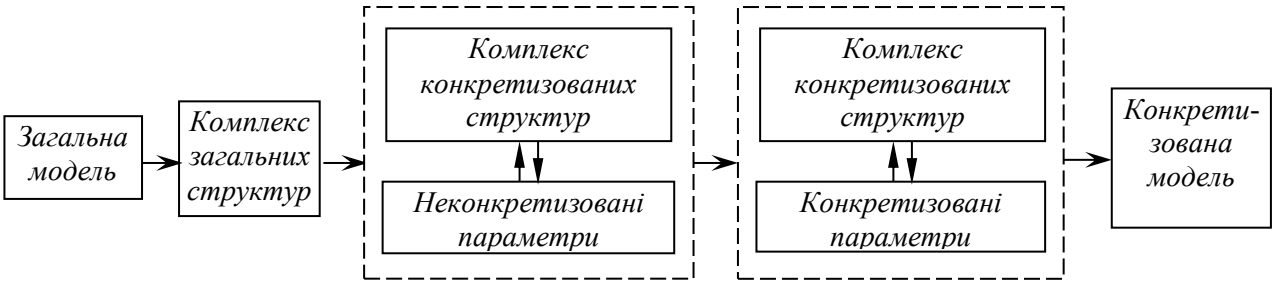


Рисунок 2.6 – Схема синтезу конкретизованої моделі системи

Наведена на рис. 2.6 схема дозволяє отримувати досить докладну модель системи, придатну для створення креслень, керуючих програм або використання 3D-принтерів при виготовленні складових.

На рис. 2.7 зображена загальна типова схема – інформаційний інваріант процедури конкретизації структур [110].

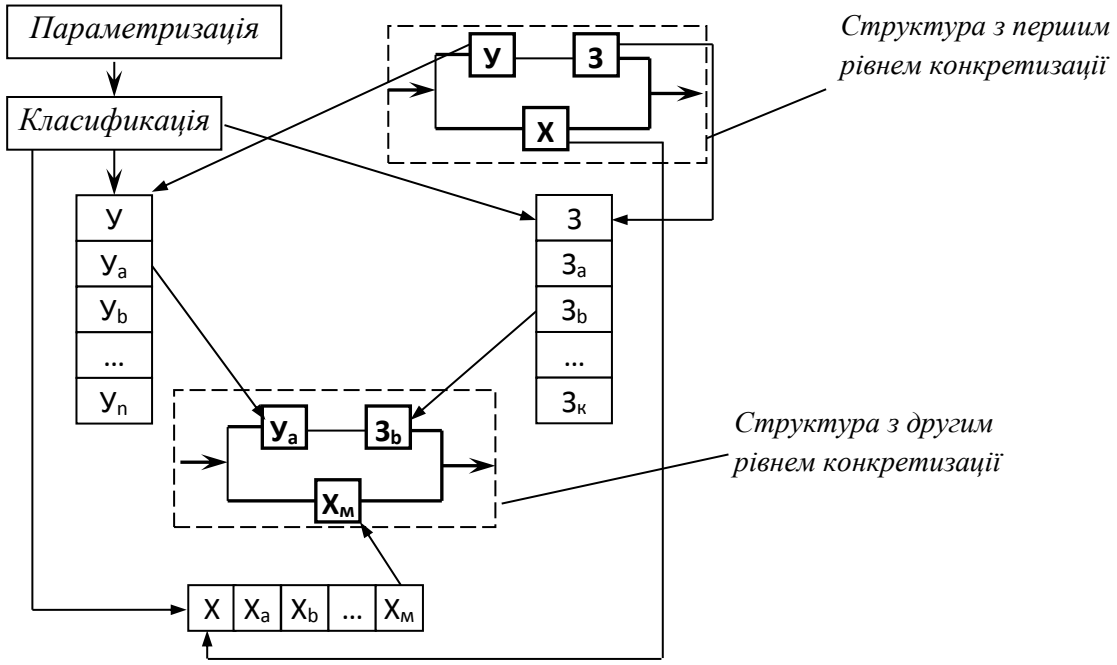


Рисунок 2.7 – Загальна схема процедури конкретизації структур

Послідовність відображена стрілками. Вона передбачає покрокове переведення неконкретизованої структури в конкретизовану шляхом використання ієрархій елементів або класів.

Для цього на кожному кроці конкретизації для елементів структури додають інформацію про вибір з можливих варіантів типів, груп, підгруп і інших класифікаційних ознак відповідно до раніше запропонованої класифікації.

Така процедура повторюється до досягнення необхідного рівня конкретизації і створює основу для реалізації початкових етапів синтезу систем.

Параметризація може виконуватися різними способами, в основі яких лежить процедура підстановки у відповідність атрибутів елементів структур необхідних параметрів, що відображають їх сутнісні властивості. Приклад цьому - використання диференціальних рівнянь при оптимізації електро-механічних систем [147].

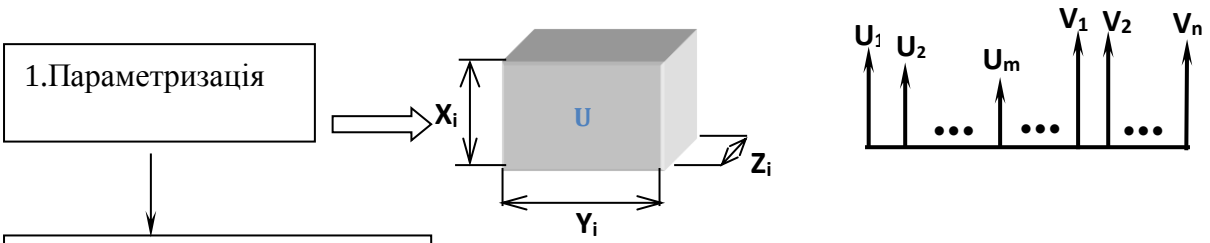
Стосовно до вирішення завдань моделювання геометричних, геометро-кінематичних і кінематичних властивостей одним з ефективних є спосіб багатопараметричних відображень, розвинений Б.А. Перепелицею [148].

Електричні, динамічні, міцнісні, теплові та інші властивості можуть також моделюватися багатопараметричними відображеннями.

Цих груп параметрів, як правило, досить для проектування біомедичних систем загального вигляду.

Для складних об'єктів параметри конкретизуються на основі рішення систем рівнянь і математичних моделей, що відбивають атрибути елементів, а також умови взаємодії окремих підсистем між собою і з навколишнім середовищем у відповідності зі схемою універсального моделюючого блоку (2/) [110].

Загальна схема конкретизації параметрів може мати вигляд, представлений на рис. 2.8.



2. Встановлення відношень і умов здійснюваності

$$f_i\,(X_i,\ Y_i,\ Z_i,\ldots U_i,\ldots,V_n) \le (\ge)\ 0;$$

3.Визначення параметрів

$$\varphi_{ki}\,(f_1,\ f_2,\ \ldots,f_n) \le (\ge)\ \Phi_{ki}\,(f_1,\ f_2,\ \ldots,\ f_n);$$

$$i \in \overline{1,K},\ K \in \overline{1,M};$$

$$X_i = \Pi_1,\ Y_i = \Pi_2,\ldots,\ V_n = \Pi_k;$$

Рисунок 2.8 – Схема конкретизації параметрів об'єктів структури біотехнічних систем

Якщо загальний підхід до моделювання параметрів заснований на використанні відображень, то в загальному випадку модель параметризованого об'єкту може мати вигляд:

$$M = \prod_{i=1}^{n} \overline{M}_i \overline{r}_0 \bigcap \left(\bigcap_{k=1}^{m} \Pi_k \right) \bigcap \left(\bigcap_{f=1}^{p} \Pi_f \right) ... \bigcap \left(\bigcap_{l=1}^{q} \Pi_l \right), \qquad (2.25)$$

де: $\prod_{i=1}^{n} \overline{M}_i$ - сукупність матриць, що зв'язують геометричні, геометрокінематичні та кінематичні параметри об'єктів; $\overline{r}_0$ – праобраз; $\bigcap_{k=1}^{m} \Pi_k$, $\bigcap_{f=1}^{p} \Pi_f ... \bigcap_{l=1}^{q} \Pi_l$ - групи взаємопов'язаних параметрів, що відображають характеристики міцності, динамічні, теплові та інші властивості механізмів.

Для прикладу, проведемо параметризацію плити, що містить мережу крізних отворів (рис. 2.9). Для цього встановимо параметри: довжини l, ширини s, висоти h, а також кроку сітки τ, і діаметра отворів d.

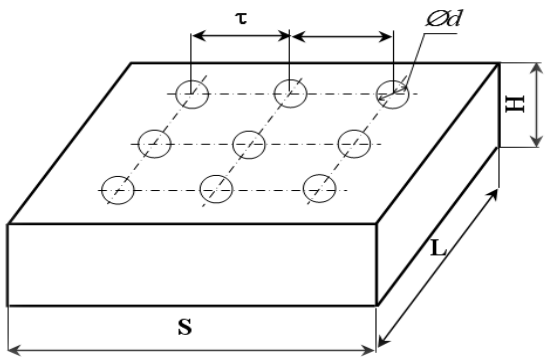


Рисунок 2.9 – Конкретизація параметрів плити

Для випадку геометричної параметризації об'єкту зазначених параметрів достатньо для повної ідентифікації об'єкта. Цим закінчується перший етап конкретизації параметрів, вказаний на рис. 2.8.

На другому етапі встановлюються відношення і умови здійсненності: фізичні, організаційні, часові і т.д.

Наприклад, встановлюємо фізичні обмеження за умовами міцності товщини плити не менше, ніж отриманої з умови розрахунку балки на вигин. Відношення (залежність) в цьому випадку має вигляд

$$\sigma = \frac{M_{зг}}{W} = \frac{64 M_{зг}}{(s - nd) h^3} \le [\sigma], \qquad (2.28)$$

де: σ - напруга; [σ] - допустиме напруження для даного матеріалу,

$M_{зг}$ - згинальний момент.

Аналогічні відношення встановлюються для інших умов здійсненності. Отримуємо систему рівнянь.

На третьому етапі відповідно до рис. 2.8 визначаємо параметри шляхом вирішення отриманої системи.

Для формування досить повної кількості залежностей, що дозволяють однозначно розрахувати чисельні значення параметрів, необхідно відобразити існуючі відношення елементів системи між собою, а також між ними і середовищем з урахуванням умов здійсненності системи.

Здійсненність системи визначається умовами, які конкретизуються вимогами до структури і параметрів комплексу.

Розглядаючи конкретизацію параметрів біомедичних систем, слід зазначити, що, з одного боку, істотний вплив структури елементів, що входять в систему, на значення параметрів, що підлягають оптимізації, і, з іншого - на істотну залежність параметрів від умов, для яких проектується об'єкт. Тому при виконанні оптимізації слід дотримуватись базового принципу системного підходу: оптимізацію параметрів підсистем прийнятої структури для досягнення глобального екстремуму можна проводити тільки у разі розгляду підсистем у складі системи, а системи - в складі надсистеми.

Ефективним методом вирішення цього завдання є метод обліку (врахування) реакцій. Практика застосування даного методу показала можливість прийняття рішень у багатьох випадках без явного розрахунку критеріїв ефективності [110]. Метод ґрунтується на встановлених і достатньо апробованих закономірностях впливу ряду параметрів системи на собівартість, швидкодію, терміни підготовки виробництва та інші, які мають строго монотонний характер. Наприклад, використовуючи монотонну залежність собівартості деталі від обсягу випуску, можна, розширюючи обсяг випуску, однозначно прогнозувати зниження собівартості виробу.

Критерій оптимальності (2.1) повинен забезпечувати вибір кращого в заданому сенсі рішення з множини можливих.

Для біотехнічних систем одним з основних критеріїв може бути критерій швидкодії комплексу. Це пов’язане з тим, що при вирішенні задачі синтезу і структурно-параметричної оптимізації комплекс повинен задовольняти усім вимогам, визначеним технічним завданням (ТЗ) і бути при цьому конкурентоздатним. До таких вимог належать ті з них, які детермінують значення категоріальних атрибутів: простору (габарити), речовини (вага), часу (швидкодія), енергії (потужність), інформації (обчислювальні характеристики, пам'ять та інші). Інтегральними показниками (параметрами) є показники безпеки, достовірності, вартості, надійності, екологічності. Ці показники формують кластер обов’язкових обмежень, які звужують можливі варіанти рішень.

Як типові (інформаційні інваріанти) виділяються наступні групи умов-обмежень:

- фізичні, хімічні, біологічні (потенційної здійсненності), що вимагають несуперечності законам природи створюваної системи;

- технічні, що випливають із суті інформаційних інваріантів (1-17);

- по вживаності (організаційної здійсненності), викликані необхідністю синтезу (створення) системи тільки з тих елементів, які доступні для застосування в кожному конкретному випадку;

- системно-комунікаційні (зі зв'язків, допустимості впливу на інші об'єкти, в тому числі на людину, середовище, природу);

- часові та похідні від них, що відбивають необхідність обмеження термінів на етапи створення та функціонування системи, кінематичних та динамічних показників;

- витратні, обумовлені обмеженням ресурсів, що виділяються на

створення і експлуатацію системи.

Зазначені обмеження підлягають конкретизації і повинні моделюватися алгоритмічними, функціональними або монопараметрівними моделями для формування інформаційного інваріанта, заданого умовами (2.2).

2.3. Загальний алгоритм синтезу біотехнічної системи

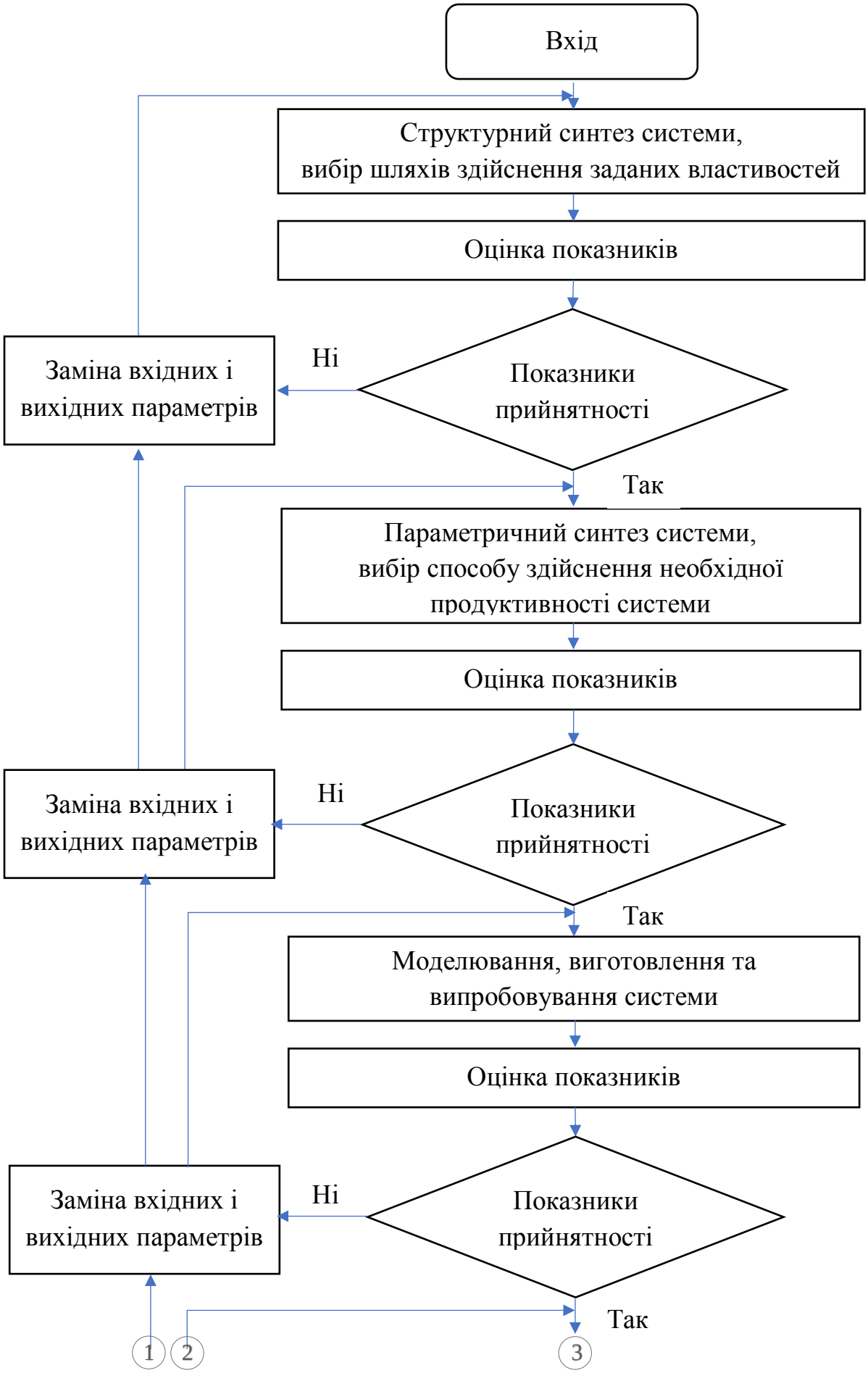
Загальна задача синтезу комплексно-оптимізованої складної системи не має аналітичного рішення [110]. Тому вона повинна вирішуватися алгоритмічно. Використовуючи принцип інформаційного підпорядкування етапів синтезу - інформаційний інваріант 14), можна запропонувати алгоритм її вирішення. На рис. 2.10. представлена схема одного з варіантів загального алгоритму, що забезпечує комплексну структурно-параметричну оптимізацію систем.

Оскільки алгоритм передбачає ітеративний пошук рішення для отримання початкових (передпроектних) рішень, то використовуються традиційні рекомендації щодо застосування типових високоефективних рішень в області елементної бази системи. Це є фактором, що істотно впливає на структуру алгоритмів синтезу біотехнічних систем, оскільки вже на першому кроці ітераційного процесу синтезу системи дозволяють потрапити в зону, близьку до оптимальної, і тим самим скоротити кількість аналізованих варіантів структур і параметрів систем.

При визначенні допусків на різні параметри і інтегральні експлуатаційні характеристики елементів системи використовується інформація, наведена у відповідній нормативно-технічній та біотехнічній документації і довідниках.

Для структурно-параметричної оптимізації структур і параметрів поліопераційних систем, до яких відноситься комплекс Quanton, пропонується застосовувати метод на основі використання дискретно-континуальних моделей кластерів блокуючих контурів [149].

Сутність такого підходу полягає в тому, що загальний (інтегральний) показник – критерій оптимальності, розраховується для усіх можливих структурно-параметричних рішень, які знаходяться в середині блокуючих контурів, що формуються обмеженнями на усіх операціях.


Вхід
Структурний синтез системи,
вибір шляхів здійснення заданих властивостей
Оцінка показників
Показники
прийнятності
Ні
Заміна вхідних і
вихідних параметрів
Так
Параметричний синтез системи,
вибір способу здійснення необхідної
продуктивності системи
Оцінка показників
Показники
прийнятності
Ні
Заміна вхідних і
вихідних параметрів
Так
Моделювання, виготовлення та
випробовування системи
Оцінка показників
Показники
прийнятності
Ні
Заміна вхідних і
вихідних параметрів
Так
1
2
3

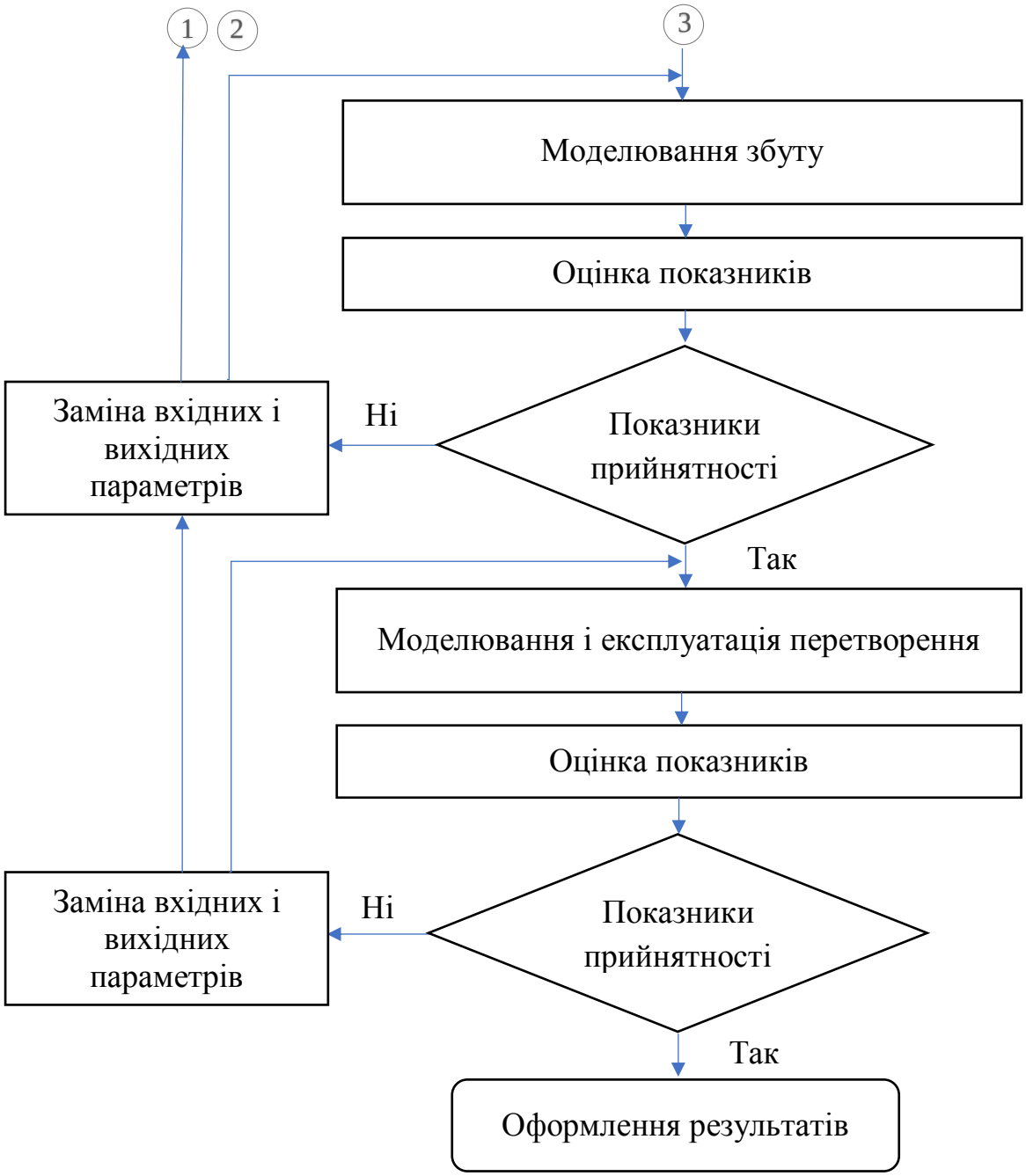


Рисунок 2.10 – Схема загального алгоритму розв'язання задачі, що забезпечує комплексну оптимізацію біотехнічної системи.

Алгоритм передбачає вирішення завдання синтезу з урахуванням способів підвищення швидкодії [131] та енергоефективності систем [97] на всіх операціях для всіх шляхів забезпечення необхідних властивостей системи.

Зазначеним забезпечується облік повної області можливих рішень, що необхідно для використання обраної методології комплексної структурно-параметричної оптимізації системи.

Особливі вимоги до повноти області можливих рішень вимагають застосування спеціальних логіко-алгоритмічних процедур, які здійснюються поетапно. Відповідно до запропонованого вище загального підходу на першому етапі створюються загальні базові моделі системи, здатні визначати повні множини можливих структурних рішень на всіх ієрархічних рівнях. На другому етапі конкретизуються структури і параметризуються їх елементи. Третім етапом є розробка вимог до надсистеми. На четвертому етапі проводиться синтез основних елементів системи. На п'ятому - оптимізуються ці елементи, визначаються оптимальні значення параметрів. На шостому етапі виконується експертна (в тому числі, при необхідності - експериментальна) перевірка отриманих результатів та оцінка їх ефективності. На заключному, сьомому етапі, при необхідності, вносяться корективи в систему.

При цьому вибір найбільш ефективних структур проводиться після параметризації і параметричної оптимізації системи та її елементів. Останнє забезпечується різноманітними методами параметричної оптимізації, ступінь доцільності застосування яких залежить від видів і типів логіко-математичних залежностей, що описують речові, енергетичні та інформаційні перетворення в системі.

Сучасна комп'ютерна техніка дозволяє забезпечувати необхідні при цьому пошукові та обчислювальні процедури.

Висновки до розділу 2

Головним новим науковим результатом дослідження цього розділу є створений загальний метод структурного синтезу та загальний алгоритм вирішення задачі комплексної структурно-параметричної оптимізації діагностично-оздоровчого комплексу на основі використання інформаційних інваріантів в поєднанні з дедуктивним підходом та врахуванням обмежень людського організму.

При його розробці та обґрунтуванні отримані додаткові наукові результати, які відображають наступне.

1. Методом, що дозволяє вирішити завдання створення діагностично-оздоровчого комплексу гранично високої ефективності, 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.

2. Базовими моделями, що дозволяють встановити зв’язки між множиною суттєво впливаючих чинників на рішення та характеристиками комплексу і виявити необхідні повні (у межах прийнятої класифікації) множини можливих рішень, є моделі, що створюються на основі застосування інформаційних інваріантів.

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

4. Загальними принципами вирішення задачі комплексної структурно-параметричної оптимізації є: системність, врахування повної (не локальної) області можливих рішень, врахування обмеження усіх типів (фізичних, хімічних, біологічних, технічних), що задані загальними інформаційними інваріантами.

5. Формалізована постановка задачі комплексного структурно-параметричного оптимізаційного синтезу діагностично-оздоровчого комплексу як

складної системи має особливість: врахування обмежень, внесених включенням людини у діяльність системи.

6. 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.

7. Основним критерієм оптимізації в біо-технічних системах може бути показник ефективності – швидкодія - при задоволенні умов безпеки дії та достовірності отриманої інформації.

8. Головними класифікаційними ознаками біотехнічних систем є ті, що представлені базовими атрибутами системи – одним із загальних інформаційних інваріантів. На їх основі побудована загальна класифікація систем, яка включає виділення сфери застосування, призначення, функції, принципи дії, технології, що реалізуються та характеристики структур і параметрів.

9. 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 послідуючих – структурно-параметричний технічний синтез.

РОЗДІЛ 3

СИНТЕЗ ОПТИМАЛЬНОГО ПО ЕФЕКТИВНОСТІ АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ БІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ З РОЗШИРЕНИМИ ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ

3.1. Визначення вихідних даних для синтезу апаратного комплексу біотехнічної системи з розширеними функціональними можливостями

Дослідження у цьому розділі виконані відповідно до вказаного у розділі 2 загального алгоритму. При цьому, застосування комплексної структурно-параметричної оптимізації зумовило доцільність використання:

- методу формування повних множин структурних рішень та параметричних моделей на основі використання кластерів інформаційних інваріантів шляхом їх конкретизації;
- послідовного перебору впорядкованої області структур, їх параметризації та пошуку оптимального по параметрам рішення для кожної структури з врахуванням параметричних, функціональних та алгоритмічних видів обмежень;
- дискретно-континуального методу множинної однокритеріальної оптимізації для врахування багатоопераційного призначення комплексу;
- послідуючого виконання аналітичного аудиту знайдених рішень для можливого покращення попередньо вибраного рішення на основі однокритеріальної оптимізації у зв’язку з множинністю варіантів при загальному векторному критерію оцінки системи.

Вихідні дані задаються на рівні надсистеми у даному випадку – соціальної системи.

Використовуючи інформаційний інваріант - множину базових атрибутів, відповідно до загальної системної методології створення технічних інновацій, з врахуванням результатів виконаного у розділі 1 дослідження та основних

особливостей біотехнічного діагностично-оздоровчого комплексу, що потрібно синтезувати, значення базових атрибутів можуть бути такими, як представлено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1.

Перелік атрибутів та їх значення для біотехнічного діагностично-оздоровчого комплексу, що синтезується

№ з/п	Назви атрибутів	Рівень визначення атрибутів	Значення атрибутів
1	Сфера застосування	Надсистема	Оздоровчі заклади, побут
2	Призначення	Надсистема	Виконання діагностичних та оздоровчих функцій
3	Загальні функції (інтегральна цільова функція)	Надсистема	1. Діагностика спектрально-хвильова 2. Діагностика, що використовує імпеданс шкіри під впливом інформаційних маркерів 3. Мікрохвильова корекція організму людини (нормалізація функціонально-фізіологічного стану)
4	Принципи дії	Система і підсистеми	*При діагностиці*: 1) визначення відхилень частотного спектру від нормативу; 2) вимір опору шкіри при реакції організму на смисловий вплив інформаційного маркера. *При визначенні параметрів терапії:* вимір опору шкіри при реакції організму на смисловий вплив інформаційного маркера *При корекції*: квантова резонансна дія високочастотними електромагнітними хвилями
5	Процеси	Система і підсистеми	Система: послідовна, дискретно-безперервна. Підсистеми: паралельна, дискретно-безперервна
6	Структури	Система і підсистеми	Визначаються при вирішенні задачі синтезу
7	Параметри	Система і підсистеми	Визначаються при вирішенні задачі синтезу.

На основі іншого інформаційного інваріанту – множини видів обмежень, що характерні для технічних систем, з врахуванням особливостей біотехнічного виду діагностично-оздоровчого (терапевтичного) комплексу визначені основні обмеження для комплексу в цілому та його підсистем. Основний зміст цих обмежень, наведений у табл. 3.2.

Таблиця 3.2.

Основні види обмежень для комплексу та його підсистем

№ з/п	Види обмежень	Основний зміст
1	Природні	Відповідність комплексу та його підсистем законам природи
2	Технічні	Виконання обмежень на технічні показники міцності, надійності, точності та вологостійкості
3	Організаційні	Забезпечення організаційних умов по функціях, їх комплектації, виробництву та використанні. Здатність до переналагодження комплексу до потреб кожного організму та можливість мати стаціонарний і переносний варіанти виконання.
4	Часові	Створення комплексу та його функціонування повинні відбуватись у певних часових інтервалах
5	Ергономічні	Комплекс повинен відповідати особливостям людського організму. Нормуються (обмежуються): показники достовірності результатів діагностики, кількості повторень замірів та кількості сеансів, що проводяться одноразово
6	Економічні	Капіталовкладення та вартісні показники комплексу повинні бути обмеженими Базовим критерієм оптимальності є показник ефективності процесу по тривалості циклу
7	Екологічні	Комплекс повинен бути екологічно чистим

Аналізуючи дані табл. 3.1 та 3.2, шляхом перебору на відповідність обмеженням, з врахуванням інформації з розділу 1, можна визначити як апріорно оптимальним по обраному критерію ефективності можливість використання у якості принципів дії комплексу Quanton наступні фізичні ефекти:

- при діагностиці: зміни спектральних характеристик біооб’єкта при порушенні його функціонального стану;

- при визначенні параметрів терапії: зміна імпедансу шкіри при дії інформаційних маркерів (біологічний зворотній зв'язок);

- при корекції стану(терапії): надвисокочастотний мікрохвильовий вплив.

Використання у якості індикаторів зміни спектральних характеристик біооб’єкта при порушенні його функціонального стану та біологічного зворотного зв’язку дозволяє забезпечити потрібний рівень достовірності діагностування, його вищу ефективність та автоматизацію процесу.

При застосування надвисоких частот (500МГц–3ГГц) гранично інтенсифікується процес терапії, що відповідає умовам оптимізації по критерію ефективності.

Фізичні принципи дії, які зазначені у табл. 3.1 і покладені в основу варіантів апаратних комплексів системи, мають призначення і можуть реалізуватись при різних рівнях технізації, наведених у табл. 3.3.

Таблиця 3.3.

Фізичні принципи дії, їх призначення та рівні технізації

№ з/п	Операції	Фізичні принципи дії	Призначення	Рівні технізації
1	2	3	4	5
1.	Діагнос-тування та визна-чення пара-метрів терапії	Зміна спектральних характеристик біооб’єкта при порушенні функціонального стану	Попереднє визначення органів, що потребують коригування	Інтелекту-алізований
		Зміна імпедансу шкіри при дії інформаційних маркерів (біологічний зворотній зв'язок)	Отримання інформації про: - причину відхилення; - частоту потрібного нормалізуючого впливу; - потрібну тривалість нормалізуючого впливу; -потрібну кількість сеансів нормалізації	Ручний, механізова-ний, автомати-зований, інтелекту-алізований

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5
2.	Функціо-нальна корекція	Мікрохвильовий вплив з частотами дециметрового діапазону	Нормалізація функціонального стану	Автомати-зований, інтелекту-алізований

При виконанні процедури оптимізації, як видно з цієї таблиці, можливі рішення можна вибирати з таких рівнів технізації: ручного – Р, механізованого – М, автоматизованого – А, інтелектуалізованого – І, розумного – У, здатного до самоорганізації – С, здатного до самовідтворення – В. очевидно, що, у відповідності з напрямками розвитку техніки, доцільно вибирати вищі рівні технізації. Але, враховуючи обмеження - недостатню розробленість техніки з рівнями У,С та В, для отримання потрібного результату синтезу для основних функцій комплексу обрані варіанти А та І, що відповідають сучасному рівню технізації біотехнічних систем.

Рівні технізації зумовлюють кількість потрібного речовино-енергетично-інформаційного ресурсу та рівень критерію оптимальності.

Згідно загальному алгоритму оптимізаційного синтезу, доцільно сформувати множину рішень щодо інтегральних функцій комплексу та їх видів за рівнями технізації, які відомі на теперішній час, і визначити можливі перспективні інноваційні рішення.

Ця множина формується на основі виділення систем, у відповідності з рівнями їх технізації [94], характерними для сучасного стану техніки, та законами розвитку техніки [95] з врахуванням наведеного у розділі 1 стану розвитку біо-технічних комплексів.

Результати формування множини відомих та перспективних інноваційних рішень наведені у табл. 3.4.

Таблиця 3.4.

Множина відомих та перспективних інноваційних рішень по апаратних комплексах біотехнічних систем

№ з/п	Інтегральні функції, їх вид та рівні їх технізації		
	Діагностування	Визначення параметрів терапії	Терапія
1	2	3	4
1	Одноапаратне, ручне	Безапаратне, ручне, апріорне	Одноапаратна, ручна
			Одноапаратна, механізована
			Одноапаратна, автоматизована
		Безапаратне, ручне, оперативне	Одноапаратна, ручна
			Одноапаратна, механізована
			Одноапаратна, автоматизована
2	Багатоапаратне, ручне	Безапаратне, ручне, апріорне	Одноапаратна, ручна
			Одноапаратна, механізована
			Одноапаратна, автоматизована
		Безапаратне, ручне, оперативне	Одноапаратна, ручна
			Одноапаратна, механізована
			Одноапаратна, автоматизована
3	Одноапаратне, механізоване	Безапаратне, ручне, апріорне	Одноапаратна, ручна
			Одноапаратна, механізована
			Одноапаратна, автоматизована
		Безапаратне, ручне, оперативне	Одноапаратна, ручна
			Одноапаратна, механізована
			Одноапаратна, автоматизована

Продовження таблиці 3.4.

1	2	3	4
4	Багатоапаратне, механізоване	Безапаратне, ручне, апріорне	Одноапаратна, ручна
			Одноапаратна, механізована
			Одноапаратна, автоматизована
		Безапаратне, ручне,оперативне	Одноапаратна, ручна
			Одноапаратна, механізована
			Одноапаратна, автоматизована
5	Одноапаратне, автоматизоване	Одноапаратне, автоматизоване, апріорне	Одноапаратна, ручна
			Одноапаратна, механізована
			Одноапаратна, автоматизована
		Одноапаратне, автоматизоване, оперативне	Одноапаратна, ручна
			Одноапаратна, механізована
			Одноапаратна, автоматизована
6	Багатоапаратне, автоматизоване	Одноапаратне, автоматизоване, апріорне	Одноапаратна, ручна
			Одноапаратна, механізована
			Одноапаратна, автоматизована
		Одноапаратне, автоматизоване, оперативне	Одноапаратна, ручна
			Одноапаратна, механізована
			Одноапаратна, автоматизована
7	Одноапаратне, інтелектуалізоване	Одноапаратне, автоматизоване, апріорне	Одноапаратна, ручна
			Одноапаратна, механізована
			Одноапаратна, автоматизована
		Одноапаратне, автоматизоване,	Одноапаратна, ручна

Продовження таблиці 3.4.

1	2	3	4
		Оперативне	Одноапаратна, механізована
			Одноапаратна автоматизована
8	Багатоапаратне, інтелектуалізоване	Одноапаратне, автоматизоване, апріорне	Одноапаратна, ручна
			Одноапаратна, механізована
			Одноапаратна, автоматизована
		Одноапаратне, автоматизоване, оперативне	Одноапаратна, ручна
			Одноапаратна, механізована
			Одноапаратна, автоматизована

Табл. 3.4 включає основні з відомих рішень та перспективні інноваційні біотехнічні діагностично-оздоровчі системи. Останні визначені, враховуючи принцип «леза Окками». У табл. 3.4. жирним шрифтом виділені інноваційні комплекси, які відносяться до одноапаратних та мають високі рівні технізації на кожній з операцій, які реалізує комплекс.

Таким чином, до складу комплексу, що підлягає послідуючій комплексній структурно-параметричній оптимізації та технічній реалізації апріорно віднесений апаратний комплекс, що використовує явища зміни фізичних параметрів людини під впливом інформаційних маркерів та мікрохвильового впливу дециметрового діапазону для неінвазивного діагностування і корекції функціонального стану людини, здатний з потрібним рівнем достовірності, вищою швидкодією і ефективністю виконувати задані йому функції.

Важливим є те, що комплекс в автоматичному режимі повинен визначати параметри потрібної терапії в режимі «он-лайн». Цим самим комплекс забезпечує підвищення своєї функціональності у 1,5 рази (реалізує автоматично в одноапаратному виконанні 3-и функції замість 2-х у прототипів).

При оптимізації потрібно проаналізувати варіанти комплексів з різними структурами, різними рівнями технізації, варіантами технічної реалізації їх складових елементів.

3.2. Оптимізаційний синтез структури та параметрів апаратного комплексу біотехнічної системи з розширеними функціональними можливостями

При визначених загальних функціях комплексу на перших етапах синтезу встановлюються шляхи їх забезпечення, що відповідають різним рівням технізації.

Шляхи забезпечення потрібних властивостей систем визначаються інформаційним інваріантом 8). Вони включають усі етапи життєвого циклу техніки, поєднані у ранжовані (такі, що поступового ускладнюються) кластери.

Принципово можливими шляхами забезпечення потрібних властивостей комплексу як системи можуть бути ті, що наведені у розділі 2 у таблиці 2.9.

На основі таблиці 2.9 формується матриця-стовбець кластерів фазових циклів для кожного шляху:

$$M_{sh} = \begin{pmatrix} F_{c1} \\ F_{c2} \\ F_{c3} \\ F_{c4} \\ F_{c5} \end{pmatrix}, \qquad (3.1)$$

де F_{cj}, $j \in \{1,\ldots,5\}$ – кластери фазових циклів для шляхів УП, ПН, МД, ТП та ІП відповідно, перелічені у табЛ. 2.9.

Виходячи з цього, можна мати 5 різних по структурі, упорядкованих по складності варіантів шляхів забезпечення потрібних властивостей комплексу.

Структура фазових циклів п’ятого шляху визначає найбільш загальну типову структуру життєвого циклу:

$$\text{ЖЦ}=[(\textbf{Д}\oplus\textbf{У}_{\text{д}})\otimes(\textbf{П}\oplus\textbf{У}_{\text{п}})\otimes(\textbf{В}\oplus\textbf{У}_{\text{и}})\otimes(\textbf{С}\oplus\textbf{У}_{\text{с}})\otimes(\textbf{З}\oplus\textbf{У}_{\text{з}})\otimes(\textbf{Н}\oplus\textbf{У}_{\text{н}})\otimes(\textbf{Ф}\oplus\textbf{У}_{\text{ф}})\otimes(\textbf{О}\oplus\textbf{У}_{\text{о}})\otimes(\textbf{Р}\oplus\textbf{У}_{\text{р}})\otimes(\textbf{М}\oplus\textbf{У}_{\text{м}})\otimes(\textbf{Л}\oplus\textbf{У}_{\text{л}})]\oplus\textbf{У}_{\text{жц}}. \qquad (3.2)$$

У межах кожного фазового циклу здійснюються свої технологічні процеси, які містять кластери притаманних їм операцій. Оскільки кожному рівню технізації функцій, згідно інформаційному інваріанту 4), відповідають свої типові структури,

з’являється можливість проводити формальне визначення множин можливих структур для кожної підсистеми комплексу. Формування множини варіантів загальних структур комплексу в цілому здійснюється об’єднанням типових структур для кожного обраного шляху і кожного фазового циклу ЖЦ. При цьому враховуються можливі способи об’єднання функцій при паралельній і послідовній їх реалізації (інформаційний інваріант [110]).

Рівні технізації функцій підлягають вирішенню з інформаційного інваріанту - множини можливих, заданих періодичною системою технічних елементів [94].

Для кожного окремого випадку побудови комплексу потрібний керований цільовий фазовий цикл, структурний інваріант якого задається моделлю $\mathbf{Ф}\oplus\mathbf{У_ф}$ (шлях УП, табл. 2.9). Він повинен реалізувати задану у табл. 3.1 цільову функцію. Одначе, вимога (обмеження) переналагодження вимагає реалізації також фазового циклу, що притаманний шляху ПН з його $[(\mathbf{Н}\oplus\mathbf{У_н})\otimes(\mathbf{Ф}\oplus\mathbf{У_ф})]\oplus\mathbf{У_{нф}}$. В той же час, на сьогодні немає діагностично-оздоровчих комплексів з функціями, заданими у табл. 3.1. Через це для синтезу залишається вибір одного з трьох більш складних шляхів: МД, ПТ або ПІ.

Формуючи загальну структуру комплексу, необхідно враховувати, що, як показано у розділі 2, кожна функція має типовий кластер (свій структурний інформаційний інваріант) – тріадний ланцюг, що, крім неї, включає управлінські та допоміжні функції [96]. І, в той же час, кожна з цих функцій може реалізуватись, у загальному виді, множиною фізичних (хімічних, біологічних) ефектів, які також підлягають вибору при оптимізації.

На основі цього, з врахуванням інформації [90,131] та попередньої конкретизації узагальнених функцій, які виконуються діагностично-оздоровчим комплексом «Quanton», можна представити структуру його узагальнених функцій так, як показано на рис. 3.1.

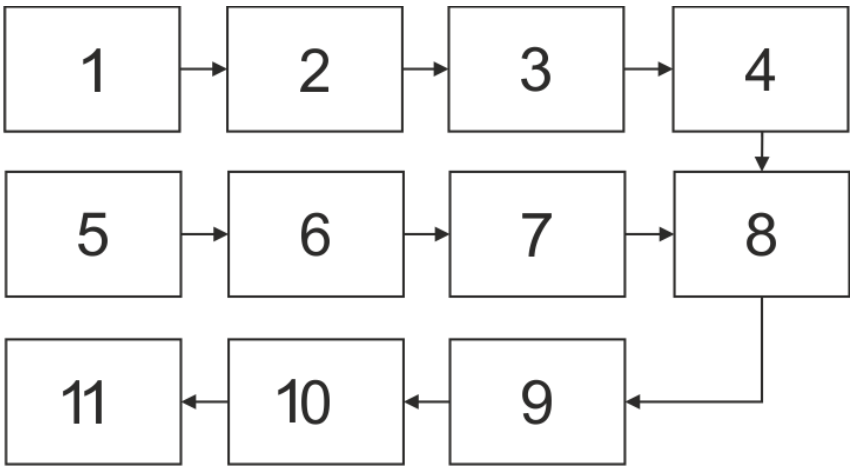


Рисунок 3.1 – Структура узагальнених функцій комплексу «Quanton»

На рис. 3.1 позначені узагальнені функції:

1 – створення спектрально-частотного інформаційного еталону загального функціонального стану біосистеми;

2 – спектрально-частотна діагностика загального функціонально стану біосистеми, визначення реального частотного спектру біосистеми;

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

4 – визначення попередньої послідовності дій на виявлені дисфункції;

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

6 – створення електричного еталону загального функціонального стану біосистеми;

7 – створення (підбір) інформаційних маркерів для бінарної діагностики біосистеми відповідно до визначеної попередньої послідовності дій на виявлені дисфункції;

8 – послідовна подача сигналів-запитів відповідно до визначеної попередньої послідовності дій з використанням інформаційних маркерів відносно бінарних характеристик стану біосистеми, значень параметрів частоти, часу та кількості

сеансів потрібного електромагнітного мікрохвильового впливу;

9 – отримання відповідей-реакцій по відхиленням зворотних сигналів від інформаційного еталону про стан біосистеми;

10 – формування по результатам відповідей-реакцій біосистеми, послідовності дій та визначення параметрів впливу по ліквідації виявлених дисфункцій;

11 – проведення відновлення функціонального стану біосистеми шляхом періодичної мікрохвильової дії електромагнітними сигналами з визначеними частотними, часовими характеристиками та кількістю сеансів, відповідно до визначеної послідовності дій.

Функціональний синтез варіантів комплексу виконано на основі конкретизації загальної функціональної структури, наведеної у розділі 2.

Позначені на рис. 3.1 узагальнені функції повинні розглядатись як основні функції $f_o^{(j)}$, кожна з них має свої підготовчі функції $f_{по}^{(j)}$ та заключні функції $f_{зо}^{(j)}$, а також підготовчі до підготовчої функції – $f_{пп}^{(j)}$. Наявні також заключна функція по відношенню до цієї функції, тобто функція $f_{зп}^{(j)}$, підготовча функція до заключної функції – функція $f_{пз}^{(j)}$, а також заключна для заключної функції – функція – $f_{зз}^{(j)}$. Функції $f_i^{(j)}$ і $\in\overline{\{1,N\}}$,, де N=11 – число функцій, на своєму верхньому ієрархічному рівні j можуть мати складну структуру. Складність зумовлюється не тільки потребою мати допоміжні та управлінські функції, а й можливістю об’єднання функцій послідовним та паралельним способами [110].

Вибір способу об’єднання функцій здійснюється при вирішенні питань оптимізації структури та параметрів комплексу.

Враховуючи зазначений вище критерій оптимальності – тривалість процесу, та оцінюючи потреби у задоволенні інших видів обмежень, заданих табл. 3.2, на перших етапах синтезу слід обирати рішення, що відповідають максимальній інтеграції функцій та, по можливості, реалізовані технічно у серійному виробництві і представлені на ринку. Кінцеве вмтановлення їх відповідності заданим умовам визначається при технічному аудиті, по критеріях швидкодії та

енергоефективності. Останнє має принципове значення для переносних видів комплексу.

Наявність загальної структури комплексу дозволяє перейти до її параметризації та формування конкретизованих залежностей, загальні види яких задані інформаційним інваріантом, представленим залежностями (2.1) та (2.2).

Моделі критерію оптимальності та спеціальних обмежень, характерних для біотехнічної системи, що розробляється, у відповідності з умовами, заданими таблицями 3.1 – 3.4, можуть бути такими:

Критерій оптимальності, що визначається часом, який потрібний для реалізації циклу «діагностика–нормалізація стану організму»:

$$t_{з} = t_{пзс} + t_{c}^{n} + kt_{пзб} + t_{б}^{m} + t_{оз} \rightarrow \min; \qquad (3.3)$$

Обмеження (по впливу на біо-об’єкт):

- по ймовірності результату діагностики: $\left(1 - q_c^n q_б^m\right) \geq \left[P_з\right]$; (3.4)
- по потужності мікрохвильового впливу: $[N]^+ \geq N \geq [N]^-$; (3.5)
- по напрузі, що подається при терапії: $[V]^+ \geq V$;(3 (3.6)
- по кількості повторень вимірів: $n \geq 1$; (3.7)
- по кількості циклів впливу: $M \geq m \geq 1$. (3.8)

У залежностях (3.3)-(3.8) позначено: t час, нижні індекси означають: *пз* підготовчо-заключний час; с, б, оз – відношення параметру до операцій спектрально-хвильової та імпедансної діагностики і оздоровлення відповідно; t_c, $t_б$ – основний (машинний) час на вказаних операціях; q_c, $q_б$ – ймовірності похибки на операціях спектрально-хвильової та імпедансної діагностики; $[P_з]$ – 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 спектрально-хвильової та імпедансної діагностики; N, $[N]^+$,$[N]^-$ - потужність та верхній і нижній допуски на неї; $[V]^+$, V - верхнє допустиме та поточне значення напруги; число M= 4 – максимально допустиме значення кількості повторень замірів на одній біологічно активній точці.

Наведені моделі дозволяють вирішити задачу проектування комплексу методом поетапної конкретизації структур і параметрів наступним чином.[156]

На першому етапі здійснюються попередні дослідження та будуються кластери блокуючих контурів, які формують області допустимих параметричних рішень на кожній з операцій. При цьому використовуються обмеження, задані залежностями (3.4)-(3.8). На рис. 3.2 наведений приклад блокуючого контуру системи у координатах *n –m*:

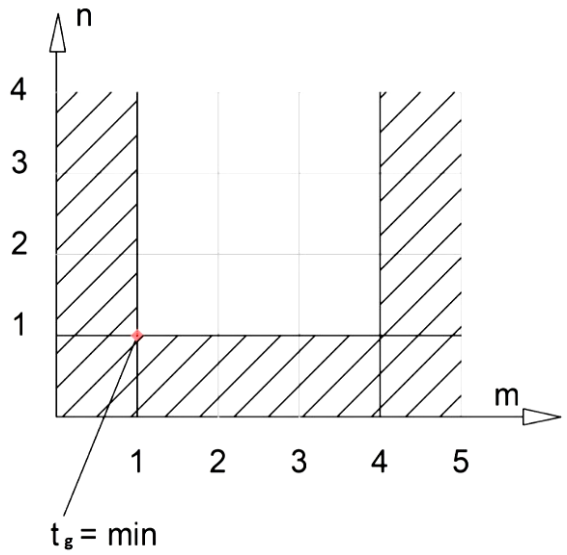


Рисунок 3.2 – Блокуючий контур системи в координатах *n-m*

На цьому рисунку вертикальними лініями визначені допустимі значення кількості циклів впливу, а горизонтальною лінією обмежена кількість повторів.

Точкою з познакою t_g =min виділені значення *n=1* та *m=1,* які відповідають умові оптимальності по критерію ефективності процесу.

На другому етапі для кожного з можливих шляхів та рівнів технізації функцій у межах блокуючих контурів, заданих обмеженнями (3.4)-(3.8), визначають ефективне рішення по показнику тривалості циклу (швидкодії) процесу.

На третьому етапі у межах повної множини структурних рішень визначається найбільш ефективне рішення шляхом виконання порівняльної процедури для критерія оптимальності (3.3).

На четвертому етапі проводиться стемний аналітичний технічний аудит по критерію енергоефективності відповідно до способів і заходів щодо їх реалізації, заданих таблицями 2.4-2.8.

На п’ятому етапі, шляхом перебору варіантів на основі порівняння показників якості і вибору кращого варіанту, завершається попередній синтез.

Далі виконується наступна ітерація процедури синтезу.

Для отримання і переробки діагностичної інформації ставиться задача синтезувати послідовність вимірювальних операцій, які б за короткий час, неінвазивно, в автоматичному режимі дозволяли отримати інформацію про стан основних систем і органів людини та визначити характеристики режимів оздоровчого електрохвильового (мікрохвильового) впливу.

Для цього у комплексі «Quanton»:

- виконуються умови електричної безпеки;
- не допускається отримання побічних шкідливих впливів;
- рівень достовірності результату діагностики повинен бути не нижчим заданого;
- процеси діагностики та оздоровчого впливу повинні бути максимально швидкодіючими;
- оздоровчий вплив має бути максимально ефективним;
- комплекс повинен бути як стаціонарним, так і переносним;
- комплекс повинен мати модульну будову.

Умови електричної безпеки електричної безпеки враховуються при задоволенні умов (3.5) і (3.6), а виключення побічних ефектів – умов (3.7) та (3.8).

Виходячи із умов задоволення потрібного рівня достовірності результату діагностики та максимальної ефективності можна визначити, що метод неінвазивної комплексної діагностики повинен поєднувати послідовне використання спектрального та бінарного методів отримання інформації про стан організму та визначати характеристики потрібного нормалізуючого впливу на біологічний об’єкт [151,153]. Спектральна діагностика дозволяє визначити проблемні органи та системи, і тим самим звести до мінімуму втрати часу на пошук

дисфункцій, а бінарна, за допомогою біологічно-зворотного зв'язку – максимально швидко зверифікувати і конкретизувати діагностичну інформацію при мінімумі повторень вимірів. При цьому є можливість керувати рівнем достовірності процесів.

Як показує практика, скануючий сигнал для бінарної діагностики може бути форми, наведеної на рис. 3.3.

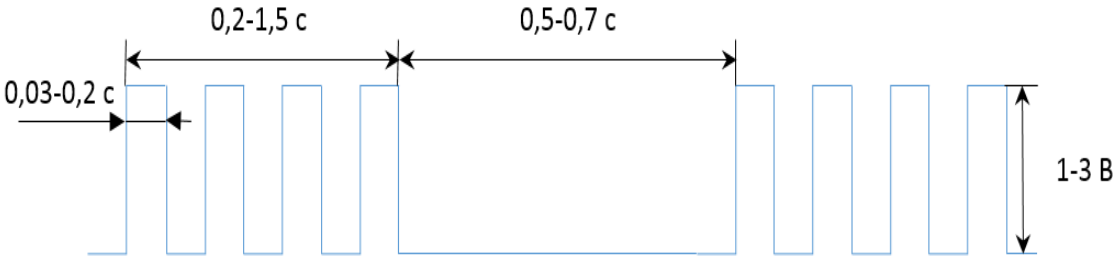


Рисунок 3.3 – Форма скануючого сигналу на етапі бінарної діагностики

Тобто, тут використовується низькочастотний і низьковольтний сигнал прямокутної форми з розривами між кластерами сигналів 0,5-0,7 с. В той же час, для забезпечення максимальної ефективності терапевтичного впливу в комплексі використовується синусоїдальний сигнал, частота якого є індивідуальною для кожної біосистеми на даний момент і лежить в діапазоні дециметрових або міліметрових хвиль. Ця частота підлягає визначенню на етапі діагностики та встановленню в блок управління модуля функціональної корекції.

Амплітуда електричного терапевтичного сигналу не повинна перевищувати 5 вольт. Параметричні характеристики, зокрема: діапазон частот, амплітуда, є безпечними, як по рівню впливу зовнішньої енергії на організм в цілому, так і по недопущенні електролізу крові.

Особливістю методу «Quanton» є те, що при застосуванні бінарного процесу діагностики, на основі біологічно-зворотного зв'язку, є можливість визначати найбільш результативні і ефективні параметри оздоровчого впливу за рахунок запиту організму про їх значення за допомогою інформаційних маркерів. Цим

автоматично забезпечується виконання ряду з вказаних вище переліку обмежень, у тому числі – по швидкодії як показнику ефективності.

Стаціонарність і переносність та модульна будова комплексу забезпечуються на етапі технічної реалізації.

Для переходу від функціональних до елементних структур доцільно використати універсальний моделюючий блок – інформаційний інваріант, який відображає цільові та вимушені перетворення [110, 153] (модель 2.2)

Структури підсистем можуть конкретизуватись на основі об’єктних класифікацій та їх ієрархій [92] як зазначено у розділі 2.

Враховуючи вказане, один з варіантів діагностично-оздоровчого комплексу «Quanton», що розробляється, може мати загальну структуру, яка наведена на рис. 3.4.

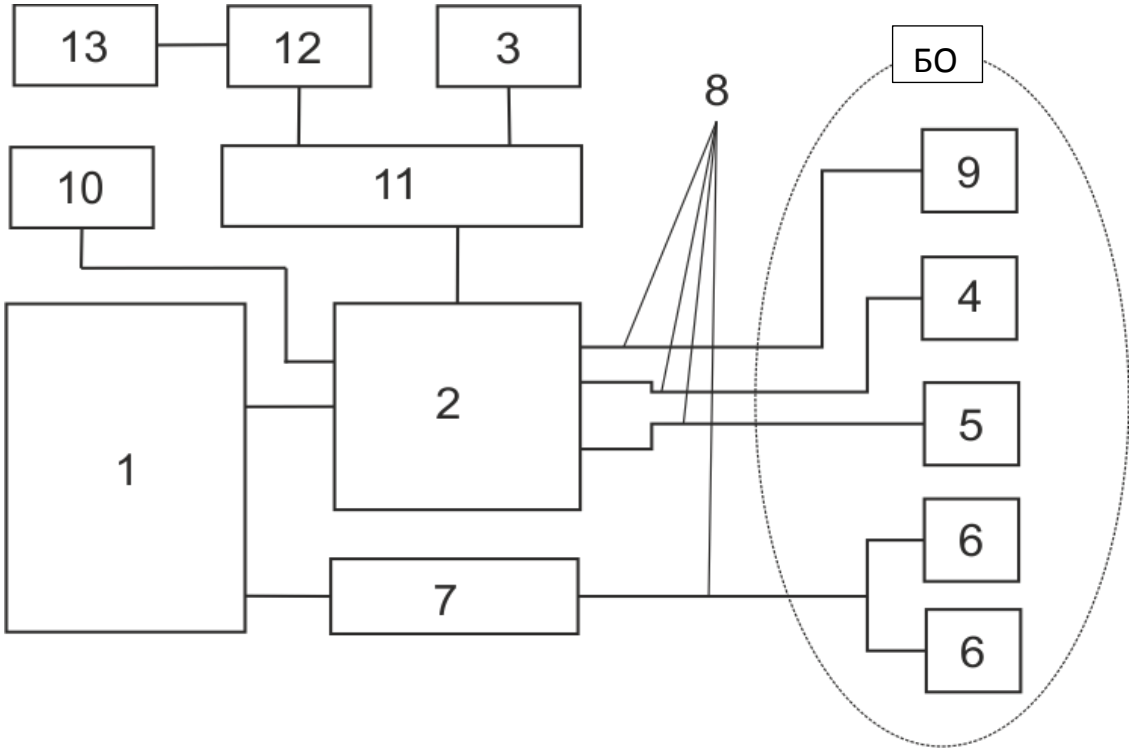


Рисунок 3.4 – Варіант загальної структури комплексу «Quanton»

Комплекс включає:

БО - біологічний об’єкт;

1 – програмно-обчислювальний модуль з блоком пам’яті та монітором;

2 – діагностично-аналітичний модуль;

3 – набір електронних копій інформаційних маркерів;

4 – пасивний електрод;

5 – активний електрод-сенсор;

6 – струмопровідні браслети;

7 – генератор, здатний до програмування на різні режими роботи і частоти синусоїдального сигналу з джерелом живлення;

8 – комутаційні пристрої

Комплекс додатково укомплектований:

9 – ємкісним датчиком з цифровим перетворювачем,

10 – генератором імпульсів, форма яких близька до прямокутної (рис. 3.3), з'єднаним з діагностичним модулем 2 та пасивним електродом 4 і електродом-щупом 5. До складу комплексу також 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.

Активний електрод-сенсор 5 може бути одноконтактним і мати ручний (Р) рівень технізації, або бути виконаним багатоконтактним, автоматизованим, мати А рівень технізації.

У разі переходу на інтелектуалізований рівень до складу комплексу включається інтелектуалізований блок 14, а також пристрій 15 для його навчання та пристрій 16 для програмування (як блоки, що виконують підготовчі функції $f_{пп}^{(j)}$.), що відображено на рис. 3.5.

Інтелектуалізований рівень комплексу дозволить, крім автоматизації поточних дій, поєднувати їх з загальною стратегією підтримки та розвитку функціонально-фізіологічного стану. Однією з базових функцій при цьому буде функція самонавчання. Крім того, обовязковою повинна бути підготовча функція – програмування. Реалізація цієї функції дозволяє забезпечити перналагоджування комплексу в залежності від поставленого завдання, яке може мати місце при різних дисфункціях біооб'єкту.

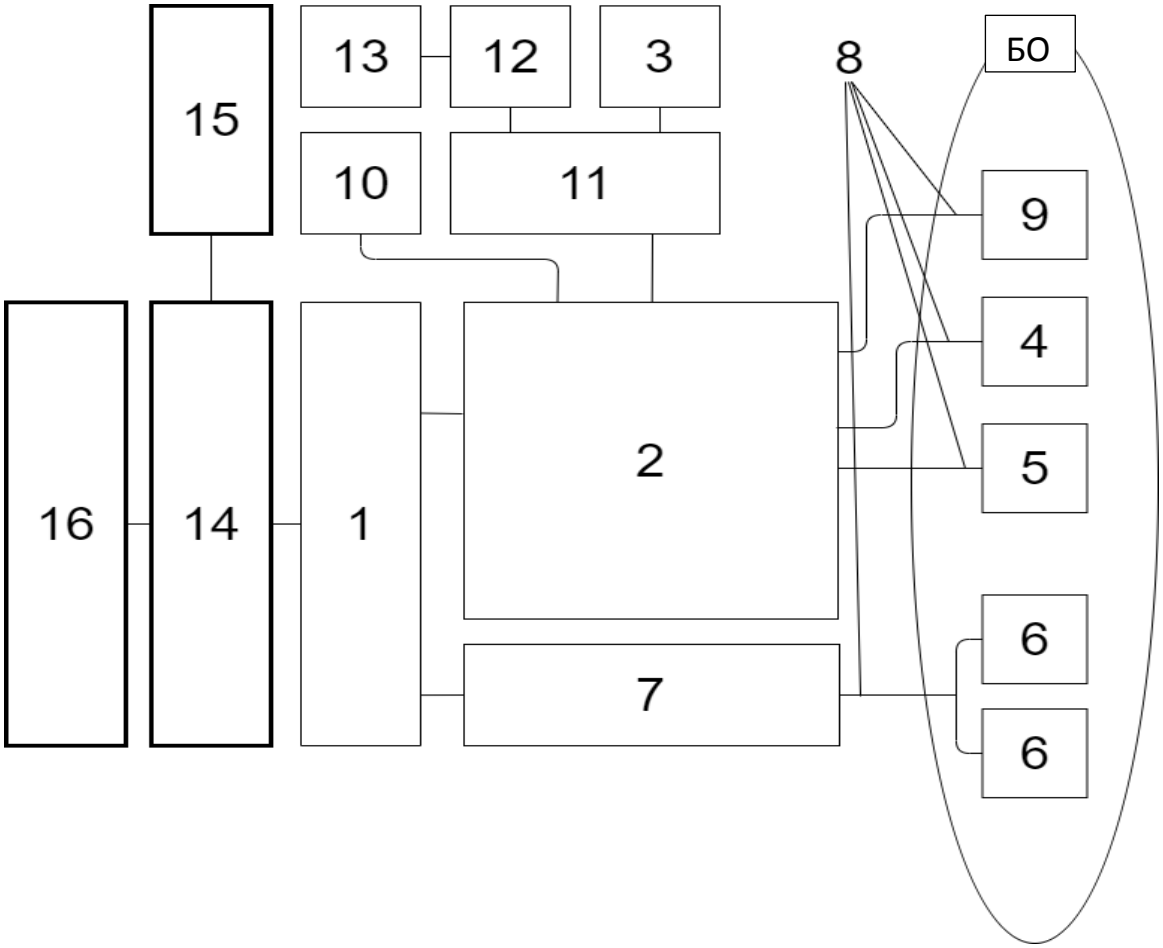


Рисунок 3.5 – Варіант загальної структури комплексу «Quanton» з інтелектуалізованим рівнем технізації

Згідно залежностям (3.4), забезпечити потрібне значення $P_з$ можливо за рахунок вибору *n* та *m*, (кількості повторень вимірів) відповідно, які по-різному впливають на тривалість процесу діагностики [157] і значення $P_з$.

На рис. 3.6 показано цей вплив на тривалість процесу, а на рис. 3.7 – на значення $P_з$.

У загальному випадку необхідний перехід від разового виміру до множини вимірів з певними значеннями їх повторень, кількість яких визначається потрібним рівнем достовірності результату діагностики при заданій точності одиничного виміру. Таким чином значення $P_з$ у задачі оптимізації виступає як одне з важливих обмежень.

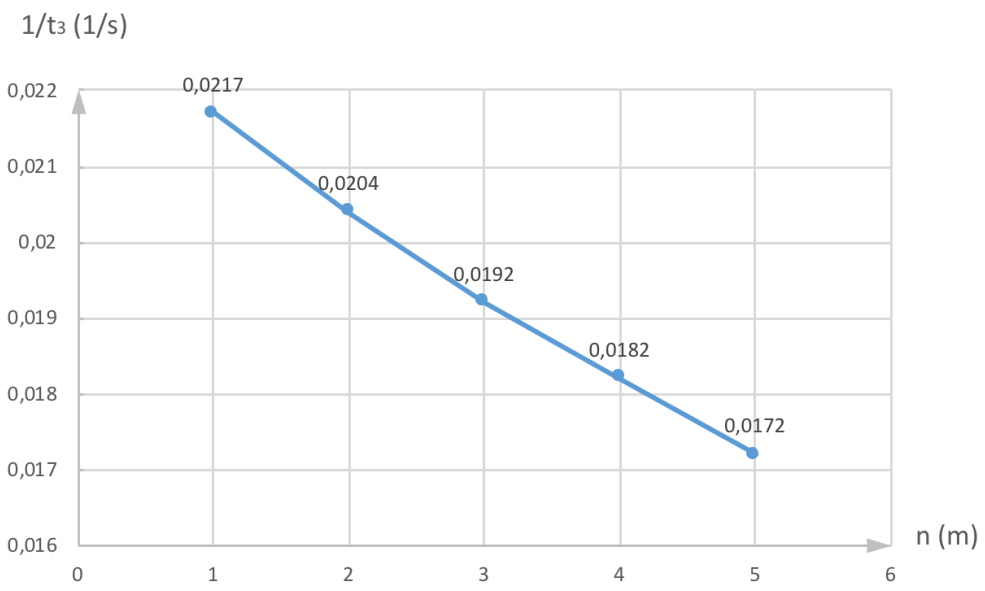


Рисунок 3.6 – Вплив кількості повторень на тривалість процесу діагностики

На рис. 3.6 ефективність визначена як $1/t_з$, де $t_з$ – загальна тривалість процесу діагностики в секундах (с). При цьому загальний підготовчо-заключний час прийнято рівним 40 с, а основний – 3 с.

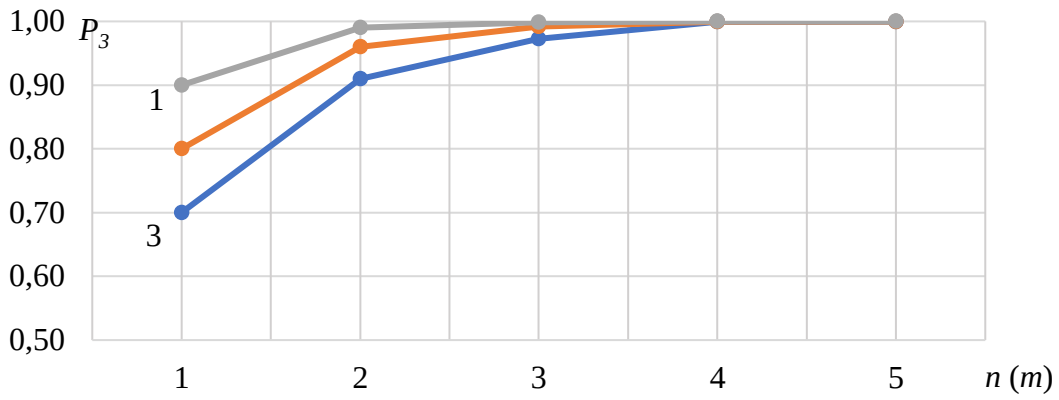


Рисунок 3.7 – Вплив кількості повторень на рівень достовірності процесу діагностики. 1 – q_c=$q_б$=0,1; 2 – q_c=$q_б$=0,2; 3 – q_c=$q_б$=0,3

При збільшенні $n(m)$ ефективність падає, а рівень достовірності зростає.

Вказаним обґрунтовуються конструктивні, технологічні та експлуатаційні характеристики комплексу і є основою для його технічної реалізації.

3.3. Технічна реалізація синтезованого апаратного комплексу біотехнічної системи з розширеними функціональними можливостями

Розроблені моделі комплексу відповідно до наведеної на рис. 2.6 схеми синтезу конкретизованої моделі системи дозволяють здійснити його технічну реалізацію.

Параметричні моделі (3.3)-(3.8) побудовані на основі конкретизації інформаційного інваріанту 7) шляхом відображення закономірностей прояву зміни фізичних параметрів людини під впливом інформаційних маркерів та біорезонансної дії, врахування геометричних, електричних, часових і біологічних обмежень та опису взаємодій об’єктів, відповідно до схеми параметризації об’єктів, наведеній у розділі 2 на рис. 2.8 є основою для формування оптимальних рішень.

Виконання процедури комплексної оптимізації, враховуючи наявність трьох операційної структури, здійснюється поетапно, з застосуванням дискретно-континуальних 3D–моделей [149] у відповідності з наведеним у розділі 2 загальним алгоритмом (рис. 2.10).

Для випадку, що розглядається, така процедура може бути наступною.

На першому етапі визначаються усі види обмежень, задані табл. 3.2, шляхом побудови кластеру блокуючих контурів.

На другому етапі для кожного з можливих шляхів та рівнів технізації функцій визначають Парето-оптимальне рішення по показнику ефективності. При цьому параметризація елементів отриманої множини можливих загальних структур повинна здійснюватись по всім атрибутам, що визначають елементи конструкції та умови їх експлуатації [155]. З цією метою виділяють кластери геометричних, електричних, магнітних, міцністних, теплових, часових, економічних, екологічних, ергономічних, фізіологічних та інших параметрів, що суттєво впливають на обраний критерій оптимальності та обмеження системи. Потреба у виділенні і параметризації атрибутів конкретизується завданнями і умовами синтезу, зокрема, умовами використання модульних конструкцій та багатофункціональних елементів

- комплектуючих відповідно до конкретизованих інформаційних інваріантів 1) - 17).

Порівневий, починаючи з ієрархічно найнижчого, параметричний оптимізаційний синтез підсистем з використанням заданого критерію та визначених загальних обмежень здійснюється шляхом конкретизації та вирішення формалізовано поставленої загальної задачі на основі універсальної системи залежностей – інформаційного інваріанту, що визначається залежностями (2.1) та (2.2).

Залежності (2.1), (2.2) є тим інформаційним інваріантом, який відображає загальні структурні та параметричні умови і обмеження, які повинні задовольнятись на етапах, кластер яких утворює свій інформаційний інваріант 2) створення, будови, функціонування, можливого розвитку (модернізації, перебудови), комунікації, управління і перетворення системи. Ці залежності дозволяють вирішувати формалізованим методом задачу комплексної оптимізації у разі їх конкретизації.

На третьому етапі у межах повної множини кластерів, що відповідають повній множині структурних рішень, визначається глобально ефективне рішення шляхом виконання порівняльної процедури для критерію оптимальності.

На четвертому етапі проводиться ситемний аналітичний технічний аудит по критерію енергоефективності, який виконується шляхом визначення відповідності кожного способу, з наведених у табл. 2.7, наявним обмеженням. Крім того, проводиться аналіз ефективності застосування різних заходів з енергоефективності на критерій ефективності.

На п’ятому етапі, на основі порівняння показників якості і вибору кращого варіанту, завершається синтез.

Враховуючи відносно невелику кількість впливаючих на критерій оптимальності (3.3) змінних та адитивний характер впливу компонентів, рішення задачі структурно-параметричної оптимізації можна знайти шляхом перебору варіантів. При переборі доцільно використовувати множину типових способів підвищення швидкодії технічних систем [131].

Оскільки на теперішній час приладобудівна промисловість виготовляє модульні конструкції, які інтегрують кілька функцій, в залежності від критерію оптимальності та обмежень, часто доцільно використовувати такі інтегральні об’єкти. Наприклад, наявні діагностичні модулі, які комплексно забезпечують реалізацію 3-х функцій, позначених на рис. 3.2 позиціями 1, 2 та 3 з їх управлінськими та допоміжними складовими. Доцільність обґрунтовується тим, що попередній вибір ефективної елементної бази, по-перше, збільшує ймовірність отримання вищого результату по критерію оптимальності на рівні системи в цілому внаслідок деревоподібної загальної структури, та по-друге – зменшує кількість операцій на оптимізаційній процедурі.

У табл. 3.5 наведені відібрані складові синтезованого варіанту комплексу «Quanton» - його елементи, які підібрані з тих, що серійно виготовляються, або виготовлені по типовим рішенням, по критерію готовності до використання (для забезпечення часових обмежень) та вартості.

Таблиця 3.5.

Складові синтезованого варіанту комплексу «Quanton» - його елементи, які підібрані з тих, що серійно виготовляються, або виготовлені по типовим рішенням

№ позиції на рис.3.3	Назва	Модель	Країна (фірма) виробник	Примітки
1	2	3	4	5
1	Програмно-обчислювальний модуль з блоком пам’яті та монітором	HP Premier Expirience	США	
2	Діагностично-аналітичний модуль	Dialog NOVA	Ольвія Нова Україна	
3	Набір електронних копій інформаційних маркерів	Dialog NOVA	Ольвія Нова Україна	
4	Пасивний електрод	Без моделі	Україна	

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5
5	Активний електрод-щуп	Без моделі	Україна	
6	Струмопровідні браслети	Без моделі	Україна	Власне виготовлення
7	Генератор високочастотний, здатний до програмування на різні режими роботи і частоти, з джерелом живлення	Quanton A2	США	По технічному завданню автора
8	Комутаційні пристрої	Без моделі	Україна	Власне виготовлення
9	Ємкісний датчик з цифровим перетворювачем	Без моделі	Україна	Власне виготовлення
10	Генератор прямокутних імпульсів	Без моделі	Україна	Власне виготовлення
11	Блок швидкого розкладу сигналу у ряд Фур’є	КМЕ	Україна	
12	Блок порівняння отриманих характеристик ряду Фур’є з нормативними характеристиками	КМЕ	Україна	
13	Блок накопичення нормативних характеристик	КМЕ	Україна	

Системи для спектральної діагностики (наприклад, КМЕ [152]) досить автоматизовані і відпрацьовані у серійному виробництві.

Наразі потрібно автоматизувати бінарний спосіб отримання фіксованих реакцій організму на дію маркера шляхом створення багатоконтактного сенсора, який подає на автоматизований пристрій сигнал про зміну характеристик тіла. Таке доопрацювання дозволить збільшити ефективність, а автоматизована обробка отриманої різними шляхами діагностичної інформації – довести достовірність діагностування до потрібного рівня.

Вегетативна нервова система, керована лімбічною системою, має здатність реагувати на різні сенсорні стимули довготривалими реакціями (до 12 сек.), проявляючи ефект реактивності регуляторного механізму біооб’єктів. Це створює можливість використання імпедансу для відслідковування реакції біосистеми на

зовнішній тактильний, візуальний, акустичний та інший вплив і побудови автоматизованого комплексу з відповідним сенсором. Водночас, це визначає допуск на швидкодію сенсора.

Основна функція $f_o^{(j)}$, сенсора - ввести контактні елементи 3,4 у зіткнення з шкірою пальця в області розташування біологічно активних точок для забезпечення надійного електричного контакту та послідуючої первинної обробки діагностичних сигналів.

Крім загальних вимог щодо функціональності, надійності та безпеки, при створенні сенсора необхідно врахувати наступне. По-перше, у межах загальної схеми вегетативно-резонансного тесту сенсор повинен дозволяти автоматизувати бінарний спосіб отримання динамічних реакцій організму на дію маркерів. По-друге, сенсор, який накладається на певні частини тіла і подає на комп’ютеризований пристрій сигнал про зміну імпедансу шкіри, повинен бути багатоконтактним для позиціонування на біологічно-активних точках. По-третє, сенсор повинен дозволяти виконувати, крім бінарної діагностики, також спектральну діагностику. Останнє потрібне для скорочення алгоритму дії комплексу на першому етапі автоматичної діагностики – визначенні систем і органів, що мають відхилення від норми [154].

Створення багатоконтактного біосенсора для неінвазивного діагнозування організму людини є можливим за умови використання зазначеного вище ефекту реактивності регуляторного механізму біооб’єктів. Такий сенсор забезпечує отримання і первинну обробку інформації, яка з’являється в процесі фіксації зміни імпедансу шкіри як об’єктивній реакції організму на дію інформаційних маркерів при бінарній ідентифікації стану біосистеми.

Не дивлячись на те, що на етапі діагностування метод може реалізуватись з допомогою одноконтактного сенсора (електрода-сенсора з рівнем технізації Р), багатоконтактний сенсор має рівень технізації А або (спільно з іншими елементами 14,15 та 16) - І, який зменшує до прийнятного мінімуму залежність процесу від

досвіду оператора. Саме тому у цій роботі поставлене одне із завдань - розробити проект багатоканального варіанту комплексу.

Багатоконтактний сенсор, маючи основну функцію – отримання інформації про резистентність шкіри з різних її точок, повинен підготовлюватись до роботи за рахунок виконання підготовчої функції та забезпечувати завершення процесу відповідною завершаючою функцією.

Оскільки підготовча функція - це встановлення та фіксація сенсора на пальці пацієнтів з різними параметрами пальців, сенсор повинен мати пружну ланку. У зв'язку з цим, при визначенні оптимальної конструкції багатоконтактного електрода-сенсора 5 для виконання підготовчої функції $f_{пп}^{(j)}$. розглянуті два варіанти рішення. Рішення отримані у відповідності зі схемою, наведеною на рис. 2.2, шляхом постановки у відповідність кожній функції елемента, який її реалізує. При цьому використовується схема, представлена на рис. 2.6, з різними варіантами суміщення елементів [110].

Перший варіант - з важільними елементами та пружинними притискувачами (механічною диференційованою елементною базою), схема якого наведена на рис. 3.8.

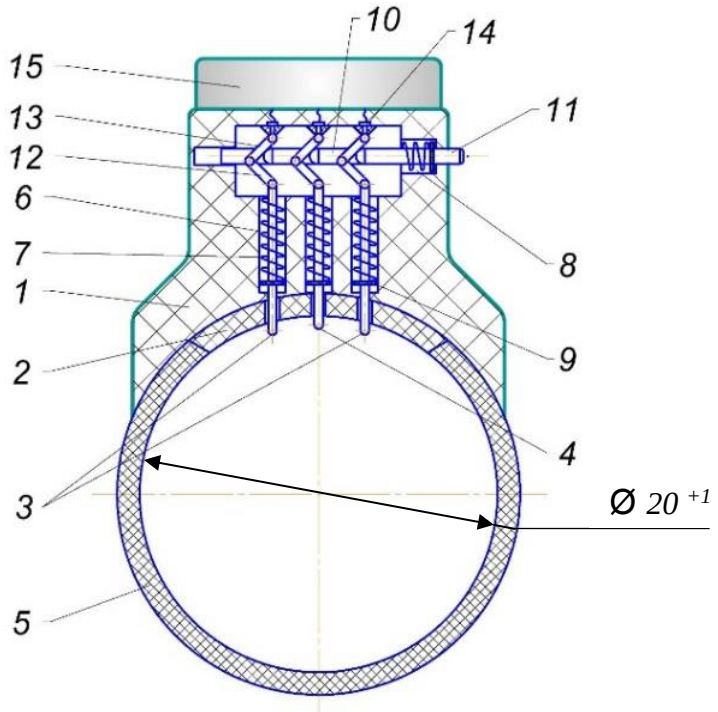


Рисунок 3.8 – Варіант багатоконтактного електрода-сенсора з важільними елементами та пружинними притискувачами.

та другий - з об’єднаним пружним притискувачем (механічною суміщеною елементною базою), схема якого наведена на рис. 3.9 [154].

На рис. 3.8 позначено: корпус 1; основа 2; множина контактних елементів 3 та 4, змонтованих в основі 2; прикріплений до основи загальний притискувач 5, що утворює з нею замкнутий контур, форма якого наближена до кола; індивідуальні двохрежимні притискувачі з об’єднаним приводом, що включають повзуни 6 з пружинами 7, пружиною 8 з опорою 9 на повзунах 6 та розташованій у корпусі 1 пластині 10 з вікнами і взаємодіючої з ними кнопки 11; ланки кривошипно-шатунного механізму, що включають шатун - 12, взаємодіючий з повзуном 6 кривошипом 13, закріпленим з можливістю повороту на опорі 14; 15 - модем з аналогово-цифровим перетворювачем, електричними фільтрами та мультиплексором, поєднаних з контактними елементами електричними комутаційними засобами. До складу модема 15 може бути включено програмно-обчислювальний пристрій з пам’яттю, радіо-приймально-передавальним засобом та екраном відображення інформації. Контактні елементи 3 та 4 можуть мати сфероподібні кінцевики.

Другий варіант сенсора з рівнем технізації А наведений на рис. 3.9.

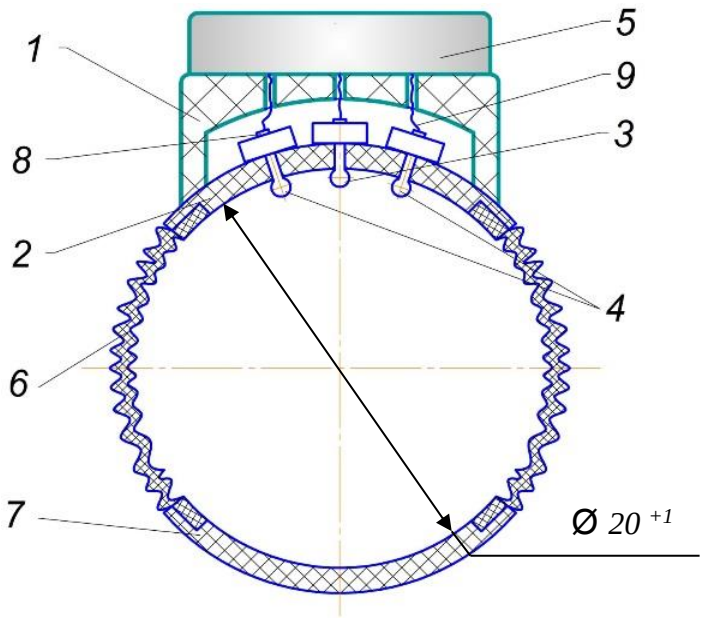


Рисунок 3.9 – Варіант багатоконтактного автоматизованого електрода-сенсора з об’єднаним пружним притискувачем

На рис. 3.9 позначено: 1 – корпус; 2 – основа; 3, 4 - множина контактних елементів; 5 - модем з аналогово-цифровим перетворювачем, електричними фільтрами та мультиплексором, поєднаних з контактними елементами електричними комутаційними засобами; 6 - загальний двохрежимний притискувач; 8 – індивідуальні двохрежимні притискувачі з об’єднаним приводом; 9 – комутаційні засоби.

Об’єднаний притискувач сенсора, який виконаний у вигляді здатного до подовження еластичного елементу – полоси, непарної кількості полос, або шарнірно-пружинного механізму, забезпечує мінімальну структурну складність пристрою, що відповідає відомому типовому принципу вибору рішень («лезо Оккама»). Використання еластичного елементу-полоси зі змінною по довжині пружністю, дає можливість ефективно регулювати силу притиску контактних елементів до шкіри пальця.

Реалізовано також прототип автоматизованого електрода-сенсора з пружинним притискувачем (рис. 3.10).

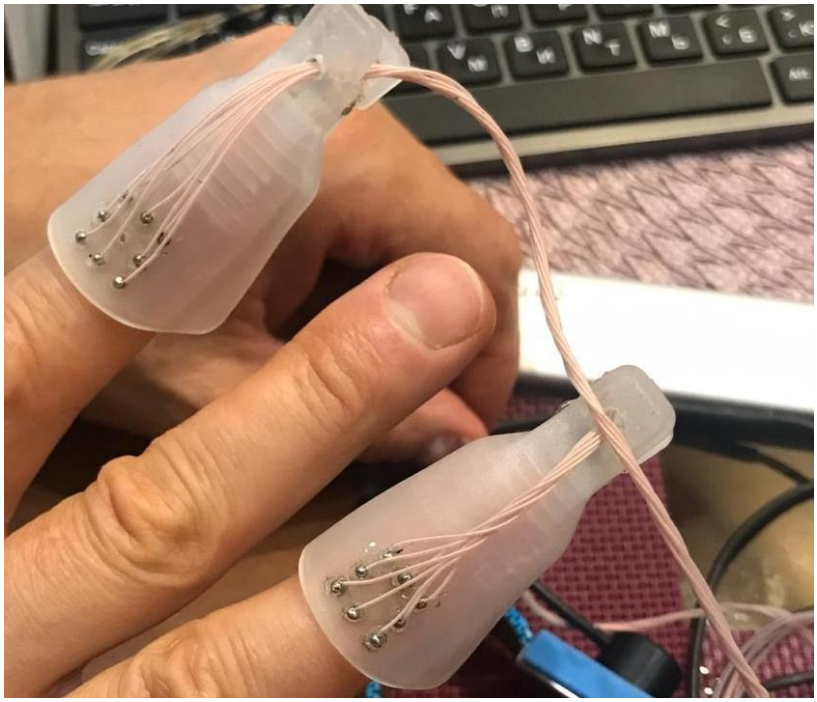


Рисунок 3.10 – Прототип багатоконтактного автоматизованого електрода-сенсора

Очевидно, що можуть існувати і інші схеми реалізації автоматизованого варіанта електрода-сенсора 5, які забезпечать різні характеристики складності, надійності, собівартості, довговічності, естетичності та інші.

Для реалізації рівня А при виконанні основної функції до складу структури щупа комплексу вводиться мультиплексор, який забезпечує послідовне знімання сигналів з електродів. У якості програмно-обчислюючого засобу 1 можуть використовуватись смартфон, планшет або ноутбук, які допускають автоматизований або частково інтелектуалізований рівень технізації комплексу. Реалізація більш високих рівнів технізації вимагає виконання спеціальних науково-дослідних та конструкторських робіт.

Сенсор працює наступним чином. Після позиціонування сенсора на пальці вмикається електронно-аналітичний модуль діагностичного пристрою з аналогово-цифровим перетворювачем, електричними фільтрами та мультиплексором, поєднаних з контактними елементами електричними комутаційними засобами 8, 9. Пристрій приймає аналогові сигнали, відфільтровує, перетворює їх у цифрові та, внаслідок наявності мультиплексора, що проводить певний алгоритм дії, подає у підсумку сигнал-відповідь організму на діагностичну інформацію, яка відображається згідно з програмним забезпеченням.

Послідовно підключаючи до тіла людини електронні маркери в певному алгоритмі, сенсор 5 дає можливість відслідковувати реакцію організму на вплив запиту, забезпечуючи при цьому можливість автоматичної діагностики. Похибка, яка може бути при мануальному вимірюванні значень імпедансу, при цьому зводиться практично до нуля.

Конструктивні особливості багатоконтактного біосенсора дозволяють:

- зменшити до мінімуму залежність процесу діагностування від досвіду оператора;

- забезпечувати належний рівень достовірності та вищий рівень ефективності процесу діагностики за рахунок автоматизації отримання інформації та гранично малих витрат часу на виконання підготовчих і заключний дій.

Заходи щодо особливостей підготовки до функціонування та здійснення функціонування комплексу полягають у наступному.

На підготовчому етапі апріорно, шляхом статистичної обробки результатів замірів створюють спектрально-частотні еталони організму, які вводять у блок пам’яті програмно-обчислювального засобу 1 з блоком пам’яті та монітором.

На першому робочому етапі комплексу визначають реальний частотний спектр біосистеми та його відхилення від спектрально-частотних еталонів. Для цього утворюють електричний ланцюг: пасивний електрод 4 – біосистема – програмно-обчислювальний засіб 1 з блоком пам’яті та монітором – ємкісний датчик 9. Це дозволяє провести заміри сигналів і виконати 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 дисфункції, які необхідно нормалізувати.

На другому робочому етапі для визначеного переліку дисфункцій задіюють маркери 3 і, з використанням організованого електричного ланцюга, подають сигнали-запити відносно бінарної характеристики (потрібно чи не потрібно нормалізувати) їх стану. Для тих біологічних структур, що, по відхиленням зворотних сигналів від інформаційного еталону дали позитивний відгук, формують маркери для визначення значень параметрів частоти, часу та кількості сеансів потрібного електромагнітного мікрохвильового впливу на біосистему. Для цього формують електричний ланцюг: пасивний електрод 4 – діагностичний модуль 2 – електрод-сенсор 5 та пропускають електричний струм по ньому. За зміною (збільшенням) електричного імпедансу шкіри, отримують відповіді. У якості інформаційних маркерів можуть використовуватись ранжирувані по змісту, підібрані дедуктивним методом (таким чином, що послідуючий маркер конкретизує зміст попереднього) біопольові (ментальні), звукові, або контактно-текстові семантичні конструкції.

На третьому етапі проводять відновлення функціонального стану біосистеми

шляхом періодичної мікрохвильової дії електромагнітними сигналами з визначеними частотними, часовими характеристиками та кількістю сеансів. Мікрохвильову дію на здійснюють, пропускаючи електричний сигнал з вказаними характеристиками через біосистему. Схема включає в себе струмопровідні браслети 6, запрограмований на необхідні режими роботи і частоти генератор 7 з джерелом живлення та комутаційними пристроями 8. Генератор подає електричним шляхом до тіла синусоїдальний модульований сигнал на частотах, що знаходяться у межах верхньої половини (більше 500 МГц) мегагерцового та нижньої частини (до 3 ГГц) гігагерцового діапазонів. Висока частота дозволяє збільшити інтенсивність терапії, що скорочує терміни процедур. Цим також забезпечується оптимізація дії комплексу по критерію ефективності.

Мікрохвильову дію на біосистему, таку як людський організм, здійснюють подачею сигналу через зони, що розташовані на протилежних (правій та лівій) руках. Мікрохвильова дія повинна відповідати ергономічним обмеженням, що досягається вибором характеристик сигналу. Ця дія, входячи в польові резонанси з тими біологічними структурами, які мають відхилення від еталонів, змінює їх квантово-енергетичні характеристики. Оскільки організм самостійно визначає характеристики мікрохвильової дії, такий вплив є оптимальним і призводить до відновлення функціонально стану людини.

Подача сигналів може здійснюватися під час сну, або будь-якою іншою діяльністю (наприклад, на робочому місці, у транспорті і т.п.).

Процедуру, починаючи з третього етапу, повторюють для тих біологічних структур (органів та систем), які мали відхилення сигналів від інформаційного еталону, до досягнення максимального наближення до нормативних значень. Але, кількість сеансів обмежується 4-5 протягом тижня у зв’язку з інертністю 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 точок) впливає на нього, здійснюючи корекцію

спектрів і оздоровлення як окремих органів, так і усього організму.

При використанні інформаційних маркерів, пріоритети яких ранжовані по значенням відхилень реального частотного спектру організму людини від спектрально-частотних еталонів, мікрохвильова дія на організм електромагнітними полями поетапно наближає органи до нормативного стану. Цим одночасно виконується частина загальної процедури оптимізації щодо максималізації швидкодії роботи комплексу на етапі діагностування і функціонування.

У комплексі «Quanton» спектральний та бінарний методи отримання інформації про стан біологічного об’єкту (людини) організовані по двох незалежних каналах. Операції на цих каналах виконуються послідовно, результати першої є одним з варіантів умови початку роботи другої. Оскільки спектральна діагностика є більш швидкодіючим процесом по відношенню до ручної бінарної, якою теж можна визначати проблемні органи, це забезпечує оптимізацію ефективності дії усього комплексу.

З метою забезпечення мінімізації ймовірності похибок при діагностиці, як спектральний, так і бінарний методи, допускають повтори, що впливає на загальну ефективність, як і 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 ніж при автоматизованому (комп’ютеризованому) рівні. Через це оптимізації дії комплексу по критерію ефективності процесу відповідає рівень А.

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

При використанні інформаційних маркерів, пріоритети яких ранжовані по значенням відхилень реального частотного спектру організму людини від спектрально-частотних еталонів, біорезонансна дія на організм електромагнітними полями поетапно наближає органи до нормативного стану. Цим одночасно виконується частина загальної процедури оптимізації щодо максимізації ефективності роботи комплексу на етапі діагностики і функціонування.

По принциповій прийнятності для підвищення швидкодії процесу при функціонування комплексу «Quanton» можна встановити, що у відповідності з інформаційним інваріантом 11) зменшення значень перелічених змінних може досягатись за рахунок:

– автоматизації підготовчих робіт (зменшення $t_{пзс}$) при зміні рівня технізації з Р на А;

– підвищення швидкодії процесорів (зменшення t_c);

– мінімізації початкового об'єму робіт за рахунок попереднього вибору об'єктів діагностики за результатами інтегральної оцінки спектру випромінювання організму (зменшення $t_{пзб}$);

– підвищення швидкодії підготовчих робіт за рахунок використання швидкодіючого процесора (зменшення $t_{пзб}$);

– автоматизації (зміни рівня технізації з Р на А) процесу пошуку і установки контактів головки датчиків та обробки інформації (зменшення $t_{пзб}$);

– мінімізації часу подачі тестових сигналів (зменшення $t_б$);

– застосування багатоконтактної головки (зменшення k);

– підвищення точності спектральної та бінарної діагностики (що дозволяє мінімізувати n та m);

– мінімізації тривалості основного хвильового впливу та кількості сеансів за рахунок самостійного вибору їх організмом (зменшення $t_{оз}$).

При нормативному рівні $[P_з]$=0,99 та при реальних досить широких значеннях q_c=$q_б$=0,1 умови (3.4) виконується при n=m=1 ($P_з$=1–0,1·0,1=0,99). Цим самим забезпечується оптимізація режимів роботи комплексу, які надають йому максимальну ефективність.

Зменшення кожної із тривалостей $t_{пзс}$, t_c , $t_{пзб}$, $t_б$ та $t_{оз}$ буде покращувати параметричне рішення по критерію оптимальності. Практична реалізація цього може досягатись за рахунок вдосконалення конструкції елементів комплексу.

Проведене натурне моделювання показало, що забезпечення автоматизації процесу бінарної діагностики із застосуванням багатоканальної головки (мультиплексного датчика) призведе до значного (з 30–50 хвилин до 3-5 хвилин)

зменшення $t_б$. Це також надасть можливість мати мінімальне значення коефіцієнта k та знівелює вплив показника степеню m на $t_з$ внаслідок малого $t_б$. В цілому при досягненні t_c=$t_б$=0,1 хвилини вказане дозволить підвищити швидкодію процесу діагностики у (30–50)/5=6-10 разів та при $t_{оз}$=45 хвилин забезпечить зростання критерію оптимальності у 1,5-2 рази.

Подальше вдосконалення комплексу за рахунок покращення його енергоефективності та якості може здійснюватися на основі технічного аудиту. В результаті виконання аудиту визначається загальний обсяг енергоспоживання в розрахунку на одиницю продукції та показники якості системи. При цьому визначається доцільність застосування в системі елементів множини структур способів забезпечення високої енергоефективності процесів на кожній з операцій. Критерієм відбору є оцінка можливості покращення показників ефективності з розрахунком критерію – співвідношення «ефект/витрати» для кожного з можливих шляхів підвищення енергоефективності системи. По результатам визначення цього критерію, з врахуванням наявних загальних обмежень приймається рішення щодо варіанту модернізації технологічних підсистем. Повна (у межах прийнятої класифікації) множина можливих структурних рішень по основним показникам ефективності техніки наведена в [140], що відображає інформаційний інваріант 12). Маючи множину (2.17), формується повна множина M_{sh} можливих структурних рішень щодо енергоефективності для кожного обраного шляху зміни системи:

$$M_{пsh} = M_{sh} x r_{ij}^{т}, \qquad (3.5)$$

де верхній індекс «m» – знак транспонування.

Доцільність застосування кожного елементу множини $M_{пsh}$ визначається шляхом порівняння з еталоном. Так, для комплексу обирається найбільш енергоефективні генератор імпульсів, діагностичний модуль, процесор, мультиплексор та інші комплектуючі.

Досвід застосування вказаного алгоритму технічного аудиту показав можливість підвищення енергоефективності на понад 30 % за рахунок вибору елементної бази комплексу з кращими по показникам енергоспоживання

характеристиками. Це є важливим, зокрема, для переносного варіанту комплексу, електричне живлення якого здійснюється від акумулятора.

Для забезпечення максимальної якості комплексу проводиться аналіз точності відпрацювання частоти та надійності роботи генератора, який здійснює безпосередній вплив на біологічний об’єкт. Із множини можливих обирається варіант, що має показник не нижче нормативного, та краще співвідношення «ефект/витрати». У даному випадку вказаним критеріям відповідає програмований генератор, виготовлений у США по технічному завданню автора.

На рис. 3.11а прифедено фото розробленого модуля функціональної корекції «Quanton A2» та повного мобільного терапевтичного комплекту (рис.3.11б). Технічні дані модуля приведені в табл. 3.6

а) б)

Рисунок 3.11. а) - удосконалений модуль функціональної корекції «Quanton-A2»; б) - модуль «Quanton-A2» в повній комплектації

Таблиця 3.6

Технічні дані модуля функціональної корекції «Quanton-A2»;

№	Назва параметру	Одиниці виміру	Значення
1	Діапазон частот	МГц	35-4400
2	Потужність на виході RF	dBm	від + 10 до -55
3	Напруга живлення (microUSB)	Вольт	5
4	Струм енергозабезпечення	мА	200
5	Габарити	мм	150x90x25
6	Вага	грам	160

Модуль «Quanton A2» - це цифровий програмований генератор синусоїдальних РЧ-сигналів. Внутрішній мікроконтролер (MCU) забезпечує

розширені функціональні можливості та надає пристрою можливість автономної роботи. Генератор живиться від зовнішньої батареї. Програмне забезпечення Quanton-Link, розраховане для роботи з операційною системою Windows 7-10, може повністю програмувати та експлуатувати пристрій. Програми можна зберігати в енергонезалежній (постійній) пам’яті генератора.

Підключається модуль до тіла за допомогою спеціальних високочастотних кабелів і браслетів для рук. Один сеанс може тривати 10-16 годин, після чого відбувається повторний цикл: діагностика-визначення параметрів, і черговий сеанс з новою програмою.

Терапевтичний модуль фізіологічної корекції «Quanton-A2» виконаний переносного типу для комфортного лікування не залежно від позиції тіла. Під час виконання терапевтичної програми за допомогою апарату «Quanton-A2» пацієнт не обмежується в своїй діяльності і може виконувати свої трудові функції разом з проведенням функціональної корекції організму (рис.3.12), окрім контакту з водою. Дана модель немає захисту від проникнення вологи всередину, тому на час контакту з водою (душ, сауна, басейн) апарат має бути відключено від тіла і переведено в режим «Pause». Після закінчення водних процедур, знову необхідно підключити апарат до рук та відновити його роботу.

На фотографіях (рис. 3.12) показано, що терапію можна виконувати під час прогулянки, роботи з комп’ютером, водінні автомобіля а також спання.

На даний час процес фізіологічної корекції доведено до максимального комфорту і швидкодії, враховуючи всі обмеження до біологічних систем. Цим виконано одне з поставлених завдань при проектуванні та виготовленні апаратного комплексу «Quanton».

Крім того, наведені на фотографіях сюжети показують можливість самостійного використання розробленого комплексу не тільки у спеціалізованих оздоровчих закладах, а і у побуті.

а) б)

Рисунок 3.12 – Використання модуля «Quanton-A2»:

а) - під час водіння автомобіля, б) - під час роботи з комп’ютером

в) г)

Рисунок 3.12 – Використання модуля «Quanton-A2»:

в) - під час садово-городніх робіт; г) - під час прогулянки

Рисунок 3.12. д) - використання модуля «Quanton-A2» під час спання

Оптимізація загального алгоритму функціонування системи проводиться по критеріях достовірності діагностики, тривалості спільного процесу діагностики та нормалізації діяльності організму. Виходячи з умов забезпечення максимальної (у тому числі – необхідної) достовірності та швидкодії діагностики стану організму алгоритм функціонування системи повинен бути дискретно-безперервним. При цьому, шляхом перебору повної множини можливих рішень щодо управління швидкодією процесу (розділ 2), можна визначити прийнятні (як такі, що відповідають зазначеним вище обмеженням) способи:

1. Перехід від одиничного каналу зняття інформації до множини каналів.

2. Перехід від однієї точки виміру до множини точок.

3. Перехід від разового виміру до множини вимірів.

Алгоритм функціонування комплексу забезпечить максимальну ефективність, якщо будуть здійснені:

1. Мінімізація початкового об'єму робіт за рахунок вибору об'єктів діагностики за результатами інтегральної оцінки спектра випромінювання організму.

2. Підвищення швидкодії підготовчих робіт за рахунок автоматизації процесу пошуку і установки контактів багато контактної головки.

3. Мінімізація часу подачі тестових сигналів.

4. Мінімізація тривалості основного хвильового впливу за рахунок самостійного вибору організмом цієї тривалості.

5. Мінімізації кількості сеансів.

По результатам оптимізації є можливість доведення рівня достовірності діагностики до передбаченого нормативами Всесвітньої Організації Здоров'я (ВОЗ) та підвищення швидкодії – до заданого рівня.

У табл. 3.7 наведені порівняльні характеристики синтезованого комплексу з існуючими аналогами .

Таблиця 3.7.

Порівняльні характеристики синтезованого комплексу з існуючими аналогами

Характеристики	Варіанти рішень			
	Існуючий аналог 1 (Spark Z4)	Існуючий аналог 2 (КМЕ)	Синтезований з рівнем технізації Р	Синтезований з рівнем технізації А
1	2	3	4	5
Процес діагностування				
Наявність процесу у апаратному комплексі	Немає	Наявний	Наявний	Наявний
Принципи дії	---	Спектральний	Спектральний + бінарний	Спектральний + бінарний
Використання біологічного зворотного зв'язку	---	Немає	Наявне	Наявне
Можливість управління рівнем достовірності	---	Немає	Наявне	Наявне
Можливість використання 2-х або більше каналів отримання інформації	---	Відсутня	Наявна	Наявна

Продовження таблиці 3.7.

1	2	3	4	5
Тривалість виконання	---	8-10 хв.	30-40 хв.	5 хв.
Процес і спосіб визначення потрібних характеристик мікрохвильового впливу				
Рівень технізації	Ручний	Автоматизо-ваний	Ручний	Автоматизо-ваний
Визначення персональних характеристик самим організмом	Відсутня	Відсутня	Наявна	Наявна
Процес здійснення мікрохвильового впливу				
Спосіб дії	Мікрострумом	Електрополем	Мікрострумом	Мікрострумом
Діапазон частот	Типовим діапазоном частот: НЧ	Типовим діапазоном частот: ВЧ	Обраний індивідуально самим організмом в діапазоні НВЧ: 500МГц - 3ГГц	Обраний індивідуально самим організмом в діапазоні НВЧ: 500МГц - 3ГГц
Тривалість впливу	Визначається суб'єктивно оператором	Визначається суб'єктивно оператором	Обирається індивідуально самим організмом (до 3-х годин на одній частоті)	Обрається індивідуально самим організмом (до 3-х годин на одній частоті)
Кількість сеансів	Визначається суб'єктивно оператором	Визначається суб'єктивно оператором	Обирається індивідуально самим організмом (до 3-х на 1 програмі)	Обирається індивідуально самим організмом (до 3-х на 1 програмі)
Можливість суміщення впливу з іншою діяльністю	Наявна	Немає	Наявна	Наявна

Як видно з наведеної в табл. 3.6 інформації, синтезований комплекс суттєво відрізняється від існуючих найближчих аналогів (апаратів КМЕ [152] та Spark Z4

[158]) оптимізованими по критерію швидкодії характеристиками і розширеними функціями, зокрема, можливістю апаратним способом визначати обрані самим організмом частоти, тривалості та кількості впливу. Останнє є умовою вищої інтегральної ефективності комплексу. Крім цього, комплекс має можливість використання у мобільному варіанті, що суттєво збільшує потенціальний масштаб його використання.

Розроблений метод спрямованого структурно-параметричного синтезу діагностично-оздоровчого комплексу «Quanton» базується на використанні запропонованого алгоритму пошуку структурно-параметричних рішень у поєднанні з загальними інформаційними інваріантами технічних інновацій. Логіка алгоритму побудована на дедуктивному підході та принципі інформаційного підпорядкування етапів підготовки та пошуку необхідних рішень. Підбір інформаційних інваріантів забезпечений таким чином, щоб отримувати неконкретизовані структури функцій та елементів комплексу в цілому. Це дозволило вирішити головне питання аналітичного проектування комплексу – безаналогово визначити множину можливих варіантів його упорядкованих структур. Останнє створило умови для формалізованої постановки задачі комплексної структурно-параметричної оптимізації комплексу (залежності (3.3) - (3.8) відповідно).

Упорядкованість інформаційних інваріантів у порядку нарощування складності та вид залежностей (3.3) - (3.8) стали основою для визначення методики пошуку варіантів структур і значень параметрів, що забезпечують його гранично високу ефективність. Гранично висока ефективність забезпечується завдяки спільній оптимізації структури та параметрів комплексу при умові врахування повноти областей їх існування. Це є основною перевагою методу.

Врахування повноти областей існування структур і параметрів та можливість виконання синтезу без застосування аналогів є принципово відмінністю запропонованого методу синтезу від тих, що традиційно застосовуються: евристичних та еволюційних. Спрямованість синтезу за рахунок упорядкованості інформаційних інваріантів відрізняє запропонований метод від існуючих

комбінаторних методів.

Додатковими перевагами запропонованого методу є можливість управління функціональністю, рівнем технізації комплексу та іншими показниками за рахунок використання відповідних інваріантів як при спрямованому синтезі, так і при виконанні аналітичного аудиту.

Запропонований алгоритм аналітичного технічного аудиту враховує результати оптимізації по критерію тривалості циклу та, в одночас, дозволяє покращити інші показники комплексу, зокрема енергоефективність та якість системи.

Синтезований комплекс «Quanton», дякуючи біологічно-зворотному зв’язку та бінарній ідентифікації стану біосистеми, дає можливість організму людини самостійно визначати характеристики мікрохвильової дії, тому його вплив є оптимальним і призводить до відновлення функціонального стану людини в цілому без побічних ефектів, збільшуючи адаптивну здатність і відновлюючи механізми саморегуляції і саморегенерації.

Оскільки при використанні комплексу збільшується кількість інформації, яка отримується при діагностиці, підвищується точність діагностики. Наприклад, якщо спектрально-частотний метод дає похибку на рівні 15 %, а метод за запитом організму з допомогою маркерів – на рівні 10 %, то загальна похибка буде зменшена до 0,15×0,10×100 %=1,5 %. Підвищення швидкодії комплексу досягається, у тому числі, за рахунок зменшення втрат часу на попередньому етапі вибору органів з відхиленнями, оскільки використовується додаткова інформація при загальній діагностиці організму людини по його спектрально-частотній характеристиці.

Досвід використання запропонованого комплексу з понад 3000 людей при мануальному рівні процесу бінарної діагностики підтвердив досягнення заданої функціональності та зазначених показників ефективності.

Запропонований загальний алгоритм синтезу, застосований для визначення структурних і параметричних рішень комплексу «Quanton», придатний також для вирішення задач комплексної оптимізації інших багатоопераційних комплексів.

Обмеження полягають у тому, щоб для кожного іншого комплексу додатково виконати конкретизацію залежностей (3.3) - (3.8) на основі використання заданих умов синтезу. Додаткових досліджень вимагають принципи вибору інформаційних інваріантів та умови їх реалізації.

Задача оптимізації зведена до кластеру типових задач однокритеріальної оптимізації з формалізовано визначеними функціональними та параметричними обмеженнями на етапі функціонування комплексу.

Висновки до розділу 3.

Головним науковим результатом цього розділу є технічна реалізація комплексно оптимізованого по критерію тривалості діагностично-оздоровчого процусу комплексу «Quanton», який здатний з потрібним рівнем достовірності та вищою ефективністю виконувати задані йому функції у стаціонарному та мобільному варіантах.

При цьому отримані додаткові наукові результати.

1. Сформовані основні вихідні дані для структурно-параметричного синтезу комплексу «Quanton».

2. Встановлені обмеження для комплексу в цілому та його підсистем. Визначені їх типи та числові характеристики з врахуванням того, що комплекс передбачає роботу з людьми, які необхідні для параметричної оптимізації структури і параметрів комплексу.

3. Визначена загальна множина структурних рішень з використанням інформаційних інваріантів, що дозволило виконати комплексну (не локальну) оптимізацію.

4. 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 електро-хвильової резонансної дії.

5. 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.

6. Визначений варіант загальної елементної структури комплексу «Quanton», який дозволяє в автоматичному режимі виконати діагнозування з заданим рівнем достовірності результатів та оздоровчий вплив на організм за результатами визначених самим організмом параметрами.

7. Визначені заходи з підготовки та здійснення функціонування комплексу «Quanton», які передбачають:

- на підготовчому етапі створення спектрально-частотних еталонів організму,
- на першому робочому етапі комплексу-визначення реального частотного спектру організму людини та його відхилення від спектрально-частотних еталонів;
- на другому робочому етапі для визначеного переліку дисфункцій органів та систем задіюють інформаційні маркери і подають сигнали-запити відносно характеристик стану органів та з допомогою маркерів визначають значення параметрів частоти, часу та кількості сеансів потрібного електромагнітного впливу на організм;
- 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.

8. 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.

9. Оптимізація параметрів комплексу показала можливість підвищення швидкодії комплексу до 6-8 разів на етапі діагностики (за рахунок автоматизації

процесу) 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.

10. Показано, що виконання технічного аудиту комплексу «Quanton» є необхідним для реалізації резервів його енергоефективності та швидкодії, зокрема, для переносного (мобільного) варіанту.

11. Синтез оптимального алгоритму функціонування комплексу показав доцільність забезпечення дискретно-безперервного режиму роботи при задоволені основних принципів підвищення його швидкодії.

12. Аналіз результатів застосування інформаційних інваріантів для структурно-параметричного синтезу та оптимізації діагностично-оздоровчого комплексу «Quanton» можливість формування кластерів необхідних моделей дедуктивним методом, забезпечення їх повноти та використання ефективного алгоритму спрямованого пошуку комплексно оптимізованих рішень.

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

Автоматизований та інтелектуалізований варіанти мобільного комплексу «Quanton», при послідуючій розробці мініатюризованої елементної бази (складових комплексу) зможуть стати ефективними високо функціональними складовими інтегральної системи інформаційної безмедикаментозної медицини.

РОЗДІЛ 4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ БІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ «QUANTON»

4.1. Загальна методика проведення експериментальних досліджень.

Метою досліджень даного підрозділу є визначення результативності застосування синтезованих приладів, що реалізують метод Quanton.

Методика передбачає виконання прямих вимірів показників пацієнтів, які пройшли курс оздоровлення за допомогою зазначених приладів. Виміри виконувались із застосуванням традиційних методів оцінки показників оздоровлення (лабораторні методи) та нових методів діагностики стану організму.

Для виконання експериментальних робіт були задіяні:

1. Відділ інноваційної медичної техніки Міжнародної академії наук і інноваційних технологій (м. Київ, Україна).
2. Реабілітаційний центр «CENTRUM AURANA» (м. Варшава, Польща).
3. Виробничий науково-дослідний центр «QUANTON» (м. Варшава, Польща).
4. «Trinity power incorporated» (Техас, США)
5. «Institute for Neurofeedback & Biofeedback» (Вевей, Швейцарія)

В процесі досліджень були використані сертифіковані та повірені згідно національних стандартів інструменти, прилади та вимірювальні системи згідно з затвердженими в установленому порядку галузевими нормативними регламентами.

Процес вимірів та результати фіксувались за допомогою фотографічної апаратури та офісної комп’ютерної техніки і представлені графічно та таблицями.

Основний вид експерименту - пасивний. Дані фіксувались по тих пацієнтах, які проходили оздоровлення в зазначених вище організаціях протягом 2015-2020 років. Діагностичні дослідження проводились з використанням сертифікованих і повірених апаратно-програмних комплексів «Ольвія Нова» (м. Київ), та «ИМЕДИС Мини Эксперт ДТ» (м. Москва) а корекцію фізіологічних процесів за допомогою методу Quanton, реалізованого на базі спеціального приладу «Quanton A2», генератор до якого виготовлено в США. Також була проведена порівняльна терапевтична дія апаратом «Spark Z4a» (м. Київ) [158]. Контрольні вимірювання методом гемосканування проводились за допомогою повіреного мікроскопу «Levenhuk D870T 8M» Digital Trinocular Microscope при використанні об'єктиву 40-кратного збільшення.

Оскільки метод Quanton розроблявся протягом останніх 12 років, було накопичено позитивний досвід його застосування при оздоровленні понад 3-х тисяч людей в зазначених вище організаціях.

Нижче наведені дані та описані типові приклади застосування методу Quanton, які дають інформацію про його результативність.

4.2. Визначення ефективності застосування розробленого апаратного комплексу «Quanton».

У цьому підрозділі наведені приклади застосування апаратного комплексу Quanton для діагностування та функціональної корекції пацієнтів з різними видами дисфункцій. Описані випадки є частиною проведеної роботи і підібрані таким чином, щоб показати універсальність та результативність методу Quanton у ліквідації дисфункцій різної етіології, які недостатньо ефективно або зовсім не лікуються традиційними методами.

Експеримент 1. Проведено за допомогою гемосканування (аналіз стану живої крові під мікроскопом).

Мета експерименту: визначити якість впливу індивідуальних частотних програм при застосуванні синтезованого приладу «Quanton A2» на стан крові.

При порушеннях якості крові людини (в'язкості, дисбалансу pH, підвищенні рівня холестерину в крові, наявності патологічної бактеріальної флори) ускладнюється основна транспортна функція крові, що призводить до порушення окисно-відновних процесів у всіх органах і тканинах, у тому числі головному мозку, легенях, серці, печінці, нирках.

Швидка втомлюваність, сонливість протягом дня, погіршення пам'яті є найбільш частими і явними ознаками порушення складу крові людини (густа кров). При використанні традиційних методів мікроскопічного і біохімічного аналізу багато показників залишаються тривалий час інертними, тому ранні ознаки захворювання залишаються непоміченими. У цих випадках може допомогти методика гемосканування живої краплі крові.

Приклад 1.

Пацієнт з низкою симптомів: хронічна втома, патологічна сонливість аж до засинання за кермом на червоному світлі світлофора, вірусний гепатит В, що супроводжувався болями в правому підребер'ї, проблемами з травленням і висипаннями на шкірі.

Було проведено діагнозування методом вегетативно-резонансного тесту (ВРТ), яке показало дисфункцію жовчного міхура, жовчних шляхів, печінки та підшлункової залози, а також наявність конкрементів в жовчному міхурі.

В результаті діагнозування було визначено, що найбільше навантаження на печінку створювали:

- ехінококус альвеоларіс;
- токлоплазма гонді;
- фасціола гепатика;
- клонорхіс сіненсіс.

Результати гемосканування (кров під мікроскопом) показали велику кількість холестерину, кристалів сечової кислоти і різного роду симпластів (по Ендерляйну). Спостерігалася також висока аглютинація ("злипання" їх між собою) еритроцитів.

На рис. 4.1 приведені фотографії гемосканування краплі крові пацієнта 1 виконане до застосування методу – 18.03.2015 року.

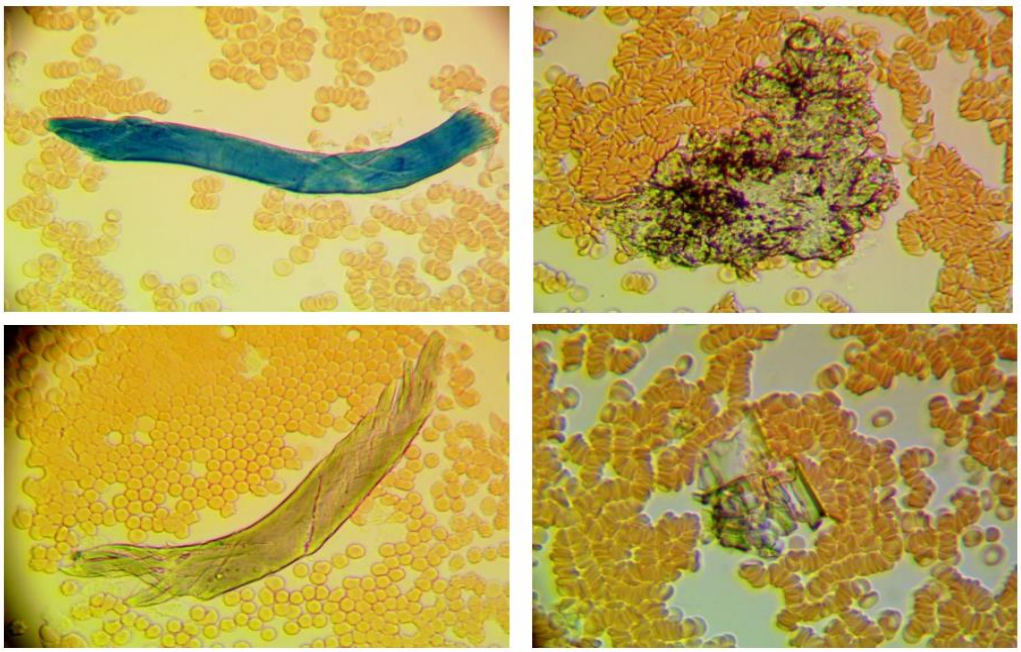


Рисунок 4.1 – Гемосканування краплі крові перед дією терапевтичної програми.

Щоденно, протягом 5 днів, відбувалася дія терапевтичної програми по методу Quanton і проводився моніторинг стану пацієнта методом ВРТ з визначенням нових індивідуальних частотних програм для виявлених дисфункцій. Пацієнт виконував терапевтичну програму за допомогою синтезованого терапевтичного приладу «Quanton A2», щоденно змінюючи програму на нову, яка визначалась кожного дня індивідуально, базуючись на реакції організму на відповідні маркери тесту.

Повторне гемосканування проведене 23.03.2015 року, результат якого відображений на рис.4.2, показало значне поліпшення стану крові. Як видно на знімках, відбулося повне відновлення мембранних потенціалів еритроцитів, зниження яких призвело до аглютинації, кров стала набагато чистішою і

збільшилася її плинність. Розчинилися всі сторонні речовини, такі як холестеринові волокна, кристали сечової кислоти, симпласти.

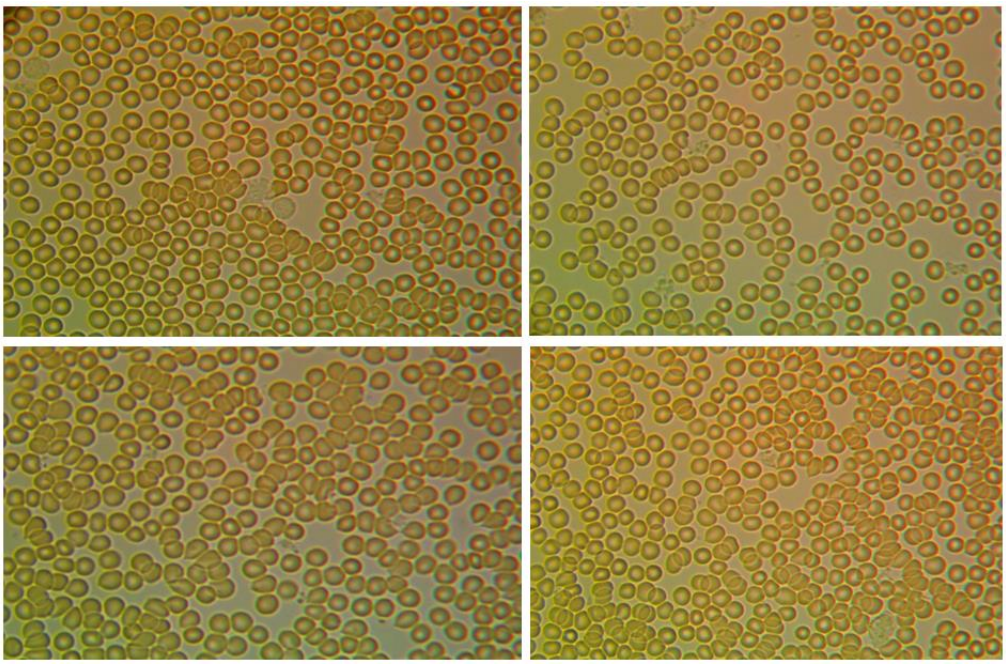


Рисунок 4.2 – Стан крові після 5-денної терапії методом Quanton.

Результат експерименту обґрунтований з біомедичної точки зору в роботі [159]. Швидке зникнення сторонніх речовин пояснюється активацією біологічних структур на атомно-молекулярному рівні. В зазначеній роботі акцентується увага на залежності цілеспрямованої регуляції функціональної клітинної активності, мікрокровотоку, біохімічного метаболізму і гемореології від різних частотно-енергетичних параметрів випромінювання.

В останній день терапевтичної програми тестування методом ВРТ показало повну відсутність паразитарних навантажень. При цьому стан пацієнта істотно покращився: пройшла сонливість, зникли болі, стабілізувалось травлення і найважливіше - після здачі чергових аналізів за місцем проживання вдвічі знизилася реакція організму на гепатовірус. За станом органів - залишилися конкременти в жовчному міхурі і не відбулося повної компенсації патологічних процесів у печінці та підшлунковій залозі. Для завершення лікування було рекомендовано повторний курс за місяць.

Практичний досвід контролю стану крові під мікроскопом доводить, що після індивідуально-частотної терапії методом Quanton стан крові деякий час покращується (відновлюються пошкоджені еритроцити і збільшується кількість і якість лейкоцитів), а потім стабілізується.

Приклад 2

На рис. 4.3-4.6 показана щоденна динаміка покращення стану крові у пацієнта 2 з низкою виражених симптомів, як: синдром хронічної втоми, погіршення сну, втрата ваги тіла за рахунок зменшення м’язової маси, хвороба Лайма (борреліоз) та інші.

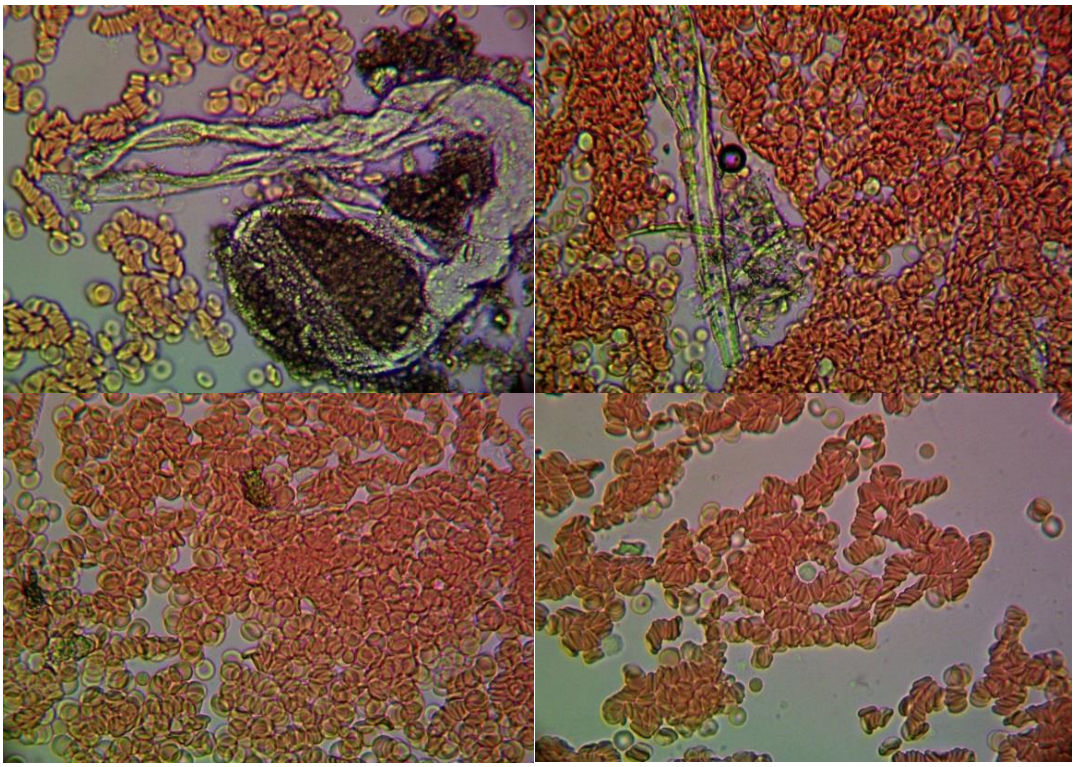


Рисунок 4.3 – Стан крові пацієнта 2. 14-08-2017 13:06:52

(Centrum Aurana, Warszawa)

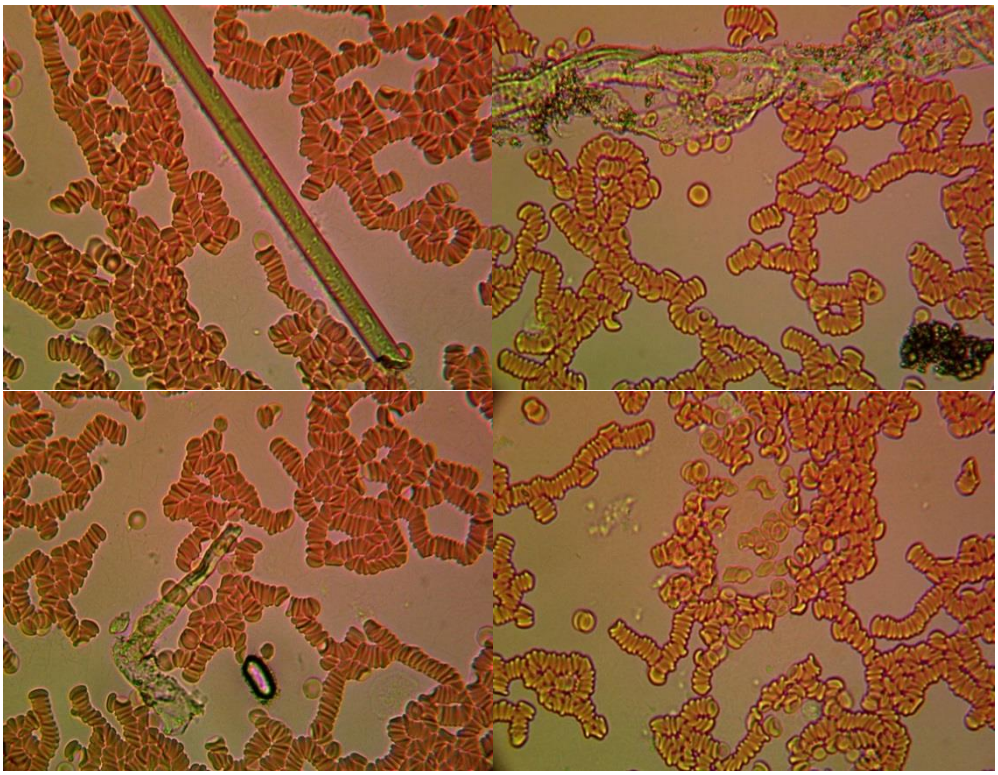


Рисунок 4.4 – Стан крові пацієнта 2. 15-08-2017 13:02:02

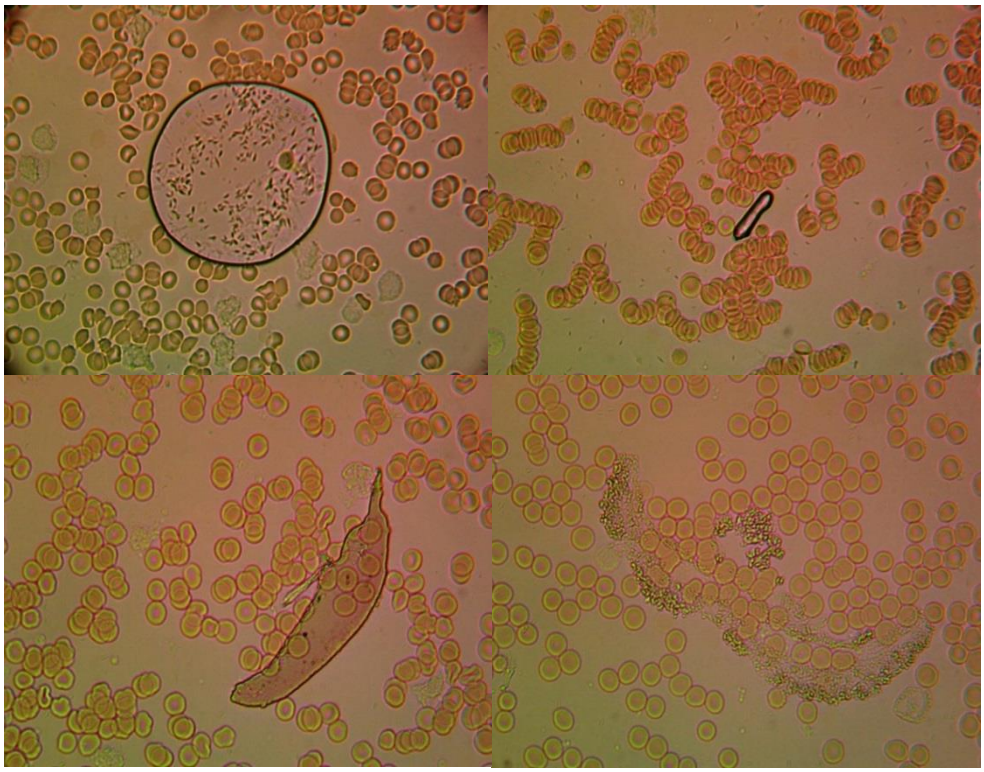


Рисунок 4.5 – Стан крові пацієнта 2. 16-08-2017 10:53:48

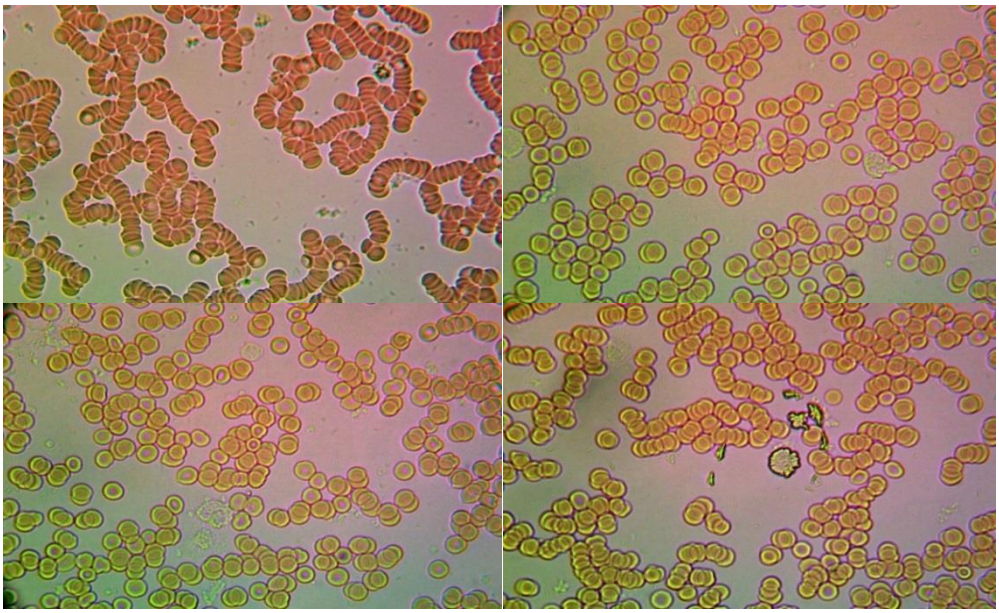


Рисунок 4.6 – Стан крові пацієнта 2. 17-08-2017 11:04:11

Протягом 4 днів при виконанні індивідуальних частотних програм за допомогою приладу Quanton A2, було досягнуто значного покращення стану Пацієнта 2, та частково ліквідовано виявлені дисфункції.

Як видно на приведених фото з мікроскопу (рис.4.3-4.6), під дією частотних програм відбувається очищення крові та відновлення її функцій, що позитивно відображається на фізіологічних процесах в цілому організмі. Це пояснюється тим, що низькоінтенсивне електромагнітне випромінювання надвисокочастотного (НВЧ) діапазону, активує власні ендогенні біорегулятори організму, в яких здійснюється процес міжклітинних взаємодій і містяться спектри основних молекул-метаболітів (NO, O_2, H_2O). Ці метаболіти беруть участь в патогенезі різних захворювань, регуляції біохімічних процесів і фізіологічних функцій організму. [159]

Приклад 3

З групою людей 28 чоловік різної статі та вікової категорії було проведено дослідження методом гемосканування стану крові, яке мало на меті порівняти дію фізіологічної корекції організму за допомогою апарату «Spark Z4» [158] фірми Ольвія Нова та апарату «Quanton A2». Апарат «Spark Z4» – це низькочастотний генератор, який генерує сигнал прямокутної форми в діапазоні частот від 1 Гц до

3 МГц. В пам’яті апарата закладено кілька тисяч готових програм, які вибираються оператором зі списку шляхом найбільш відповідних, виходячи з назви програми, до наявної симптоматики. Тобто в даному приладі відсутнє індивідуальне визначення параметрів сигналу методом біологічно-зворотного звязку в даний момент часу для дисфункції конкретної людини.

Було проведено тричі гемосканування у кожної людини: перед початком дослідження, після проведення 5 сеансів процедур за допомогою апарату «Spark Z4», та після 5 сеансів фізіологічної корекції апаратом «Quanton A2» (Табл. 4.1).

Терапія апаратом «Spark Z4» відбувалася стандартними низькочастотними програмами що записані в пам'ять апарату, а терапія «Quanton A2» відбувалася з точним визначенням частот дециметрового діапазону, методом біологічно-зворотного звязку під конкретну проблему в даний момент часу для конкретної людини, тобто індивідуально. При чому кожен новий сеанс синтезованим терапевтичним приладом «Quanton A2» відбувався на нових частотах, які відповідають стану організму в реальному часі, що дає можливість організму оптимально адаптуватися до змін на біохімічному рівні.

Всі виміри були проаналізовані відповідним фахівцем та по результатам даних з таблиць було створено графік порівняльних характеристик для двох апаратів (рис. 4.7).

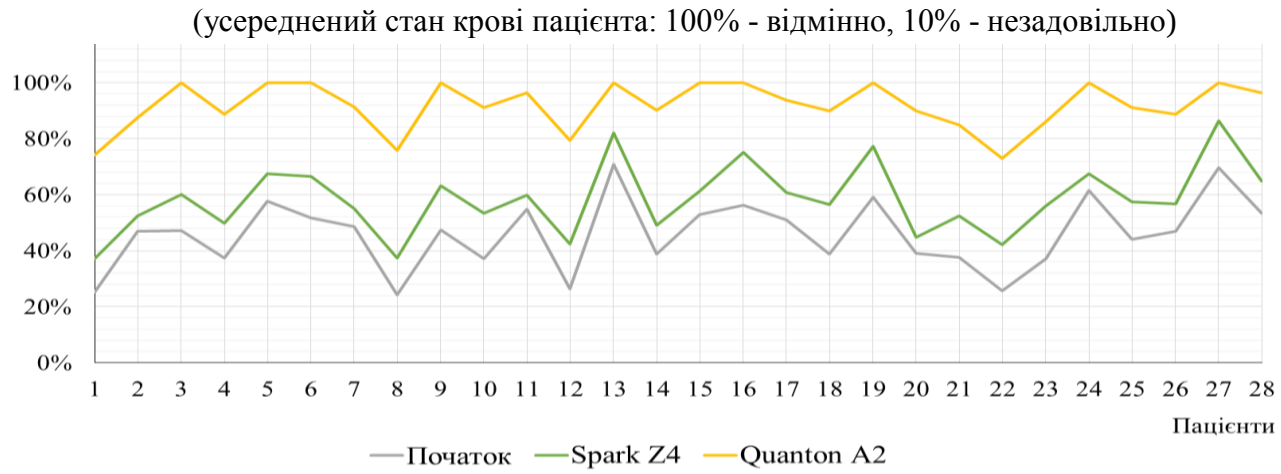


Рисунок 4.7 – Порівняльні дані експерименту по впливу різних методів на стан крові групи пацієнтів.

Таблиця 4.1.

Дослідження стану крові методом гемосканування групи осіб перед початком та після терапії апаратами Spark Z4 та Quanton A2

Показники (норма)	Густина крові, 4-10 бал.			Еритроцити 85-90 %			Агрегація еритроцитів +/-			Наявність пойкілоцитів 1-4*			«Тіні»** еритроцитів +/-			Лейкоцити, 8-10 од			Холестерин +/-		
Пацієнти	Початок	Spark Z4	Quanton A2	Початок	Spark Z4	Quanton A2	Початок	Spark Z4	Quanton A2	Початок	Spark Z4	Quanton A2	Початок	Spark Z4	Quanton A2	Початок	Spark Z4	Quanton A2	Початок	Spark Z4	Quanton A2
1	10	9	6	35	45	75	+	+	-	4	3	2	+	+	+	2	3	7	+	+	+
2	8	8	5	55	65	80	+	+	-	3	2	1	+	+	-	4	4	8	+	+	-
3	8	7	4	60	75	85	+	+	-	3	2	0	-	-	-	4	4	9	+	+	-
4	9	8	5	50	65	80	+	+	-	3	3	1	+	+	+	3	4	9	+	+	+
5	7	5	4	65	65	85	+	-	-	2	2	0	-	-	-	5	5	10	-	-	-
6	7	7	4	55	65	85	+	+	-	2	1	0	+	-	-	4	5	10	+	-	-
7	8	8	5	65	70	85	+	+	-	3	2	1	+	+	-	4	4	9	+	+	-
8	10	9	6	30	50	80	+	+	-	4	3	2	+	+	+	3	3	7	+	+	-
9	7	7	4	55	75	85	+	+	-	2	2	0	+	-	-	5	5	10	+	+	-
10	9	8	4	45	60	80	+	+	-	3	2	1	+	+	-	3	4	9	+	+	-
11	8	7	5	65	70	85	+	+	-	2	2	0	-	-	-	4	4	8	+	-	-
12	10	8	5	35	55	80	+	+	-	3	3	2	+	+	-	2	3	7	+	+	+
13	6	6	4	65	80	90	-	-	-	1	1	0	-	-	-	6	7	10	+	-	-
14	9	8	5	50	65	85	+	+	-	3	2	1	+	+	+	3	3	8	+	+	+
15	7	7	4	55	75	85	+	+	-	2	2	0	-	-	-	4	4	9	+	-	-
16	7	6	4	60	80	85	+	-	-	2	1	0	-	-	-	5	6	10	+	-	-
17	8	8	4	65	75	85	+	+	-	2	2	1	+	+	-	4	5	8	+	+	-
18	9	8	5	55	75	80	+	+	-	3	2	1	+	+	+	3	4	9	+	+	-
19	7	6	4	65	70	85	+	-	-	2	1	0	-	-	-	5	6	10	-	-	-
20	9	9	5	45	60	80	+	+	-	3	3	1	+	+	-	4	4	9	+	+	-
21	9	8	5	40	65	80	+	+	-	3	2	1	+	+	-	4	4	8	+	+	+
22	10	9	6	35	55	75	+	+	-	4	3	2	+	+	+	3	4	7	+	+	+
23	9	7	5	45	70	80	+	+	-	3	2	1	+	+	-	3	4	8	+	+	-
24	7	7	4	65	75	85	+	-	-	2	2	0	-	-	-	5	6	9	-	-	-
25	8	7	4	60	70	85	+	+	-	3	2	1	+	+	-	3	4	10	+	+	-
26	8	8	4	55	65	85	+	+	-	2	2	1	+	+	-	4	5	10	+	+	-
27	6	5	4	70	85	90	-	-	-	1	1	0	-	-	-	6	8	10	-	-	-
28	7	6	5	65	75	85	+	-	-	2	2	0	+	-	-	4	4	9	-	-	-

***** Вираз ступеня пойкілоцитозу.

В загальному аналізі крові наявність пойкілоцитів (еритроцити, які відрізняються від нормальних за формою), як і анізоцитозу, вказують цифрами, плюсами або словами:

1 - незначна кількість, або + (25-50%)

2 - помірно виражена кількість, або ++ (50-70%)

3 - виражена кількість, або +++ (70-75%)

4 - різко виражена кількість, або ++++ (майже всі 100% еритроцитів відрізняються від нормальних за формою).
** "Тіні" еритроцитів - це мембранні оболонки старих еритроцитів після їх гемолізу, що супроводжується вивільненням гемоглобіну.

На основі даних таблиці було зроблено розрахунок середнього значення параметрів стану крові перед початком терепевтичної дії, після впливу апаратом Spark Z4 та після впливу апаратом Quanton A2 (при умові: 100% - відмінно, 10% - незадовільно):

46% - загальний початковий стан крові групи пацієнтів;

58% - стан крові після Spark Z4;

92% - стан крові після Quanton.

При цьому визначено різницю Δ між середніми значеннями показників:

Δ_1 = 12% - різниця між початковим станом крові і станом після Spark Z4.

Δ_2 = 46% - різниця між початковим станом крові і станом після Quanton A2.

Тобто підвищення ефективності від дії апаратного комплексу Quanton A2 складає :

(92 / 46) = 2 рази – по відношенню до початкового стану;

(92 / 58) = 1,58 рази – в порівнянні з дією апарату Spark Z4.

Наведені дані показують, що застосування високочастотного впливу в дециметровому діапазоні хвиль з індивідуально визначеними параметрами в реальному часі значно покращує загальний стан крові та є більш ефективним в порівнянні до низькочастотного впливу зі стандартними частотами.

Експеримент 2. Оцінка ефективності застосування синтезованого приладу «Quanton A2» за допомогою системи неінвазивного аналізу формули крові АМП.

Мета експерименту: визначити ефективність застосування частотних програм, виконаних за допомогою синтезованого терапевтичного приладу «Quanton A2», на біохімічні показники формули крові.

Приклад 4.

Вихідні дані. У пацієнта 3 були тривалі тупі болі у правому боці, що супроводжувались частими здуттями та дисфункцією органів травлення. Відмічався також світлий колір калу розрідженої консистенції, що вказувало на недостатню кількість жовчі в процесі травлення. При проведенні тесту вегето-резонансним методом виявилась наявність у печінці трематод: Fasciola hepatica і Clonorchis sinensis. Ці трематоди небезпечні тим, що розмножуючись в жовчних шляхах, вони перекривають їх прохідність і блокують протікання жовчі провокуючи її застій. Тестувались також запальні стани печінки та дисфункція жовчних шляхів. В день тестування (10.02.2018) було проведено неінвазійний аналіз формули крові апаратом АМП - аналізатором гомеостазу, що працює за методом виміру температури в певних точках тіла. Біохімічний аналіз формули крові АМП підтвердив запальний стан в печінці з різким підвищенням загального і непрямого білірубіну, а також дуже високий рівень аланінамінотрансферази (ALT), концентрація в крові якої різко підвищується при запальних процесах печінки.

В табл. 4.2 представлено витяги з аналізу крові пацієнта 3 перед початком терапії, на другий день після неї і контрольний вимір через місяць.

Таблиця 4.2.

Витяг з аналізу крові пацієнта 3 до і після терапії.

Пацієнт 3					
Печінкові проби:					
№:	Показник:	Норма:	10.02.2018	11.02.2018	11.03.2018
1	AST. mmol/l	0,1 - 0,45	1,23	0,32	0,32
2	ALT. mmol/l	0,1 - 0,68	2,58	0,33	0,33
3	AST. U/l	8 - 40	55,25	16,59	15,85
4	ALT. U/l	5 - 30	116,12	17,08	16,26
5	AST/ALT	0,8 - 1,2	0,48	0,97	0,97
6	Білірубін загальний. µmol/l	8,6 - 20,5	46,24	12,29	12,29
7	Білірубін прямий. µmol/l	2,2 - 6,1	10,61	3,03	3,37
8	Білірубін непрямий. µmol/l	1,7 - 10,2	35,62	9,25	8,93

При тестуванні методом ВРТ і застосуванні відповідного алгоритму дії, опис якого наведений у розділі 3, було встановлено, що:

- причиною збільшення кількості непрямого білірубіну була присутність в жовчних протоках печінки трематоди Фасціола гепатика;
- причиною збільшення кількості прямого білірубіну була присутність у вивідних жовчних шляхах трематоди Клонорхіс сіненсіс;
- наявність запальних процесів в печінці спричинило підвищення загального білірубіну.

За допомогою розробленого алгоритму, було експериментально встановлено частоту та тривалість сеансів корекції біофізичних процесів. Після цього була проведена терапевтична процедура за допомогою визначених індивідуальних частотних програмам синтезованим терапевтичним приладом «Quanton A2» двома сеансами по 8 годин.

На слідуючий день (11.02.2018) зроблено контрольний тест АМП (табл. 4.2), який показав, що всі параметри, які характеризують стан печінки, прийшли до норми, а стан пацієнта істотно покращився. Контрольна перевірка крові методом АМП через місяць (11.03.2018) показала стабільність показників печінкових проб.

Таким чином, проведена одноденна коригуюча програма синтезованим терапевтичним модулем «Quanton A2» підтвердила високу ефективність ліквідації патологічного процесу, одночасно з максимальною швидкістю отримання позитивних результатів на конкретних параметрах та в загальному стані.

В статті [160] зазначається, що функціональні порушення в жовчовидільній системі, які виникають в результаті патогенного впливу трематод таких як: Опісторхіс, Клонорхіс та інші, сприяють дестабілізації жовчі, хронічного запального процесу і можливого розвитку жовчно-кам'яної хвороби. Своєчасна корекція хвилями надвисокої частоти сприяє поліпшенню показників біохімічної структури жовчі з нормалізацією її колоїдної стабільності на тлі нормалізації моторно-евакуаторної функції жовчного міхура і підвищення адаптаційних можливостей організму.

Приклад 5

Пацієнт 4 (51рік) зі Швейцарії скаржився на болі в області серця, головні болі, мав синдром хронічної втоми, ПТСР (посттравматичний стресовий розлад) та діабет II типу.

При вегетативно-резонансному дослідженні 15.07.2019 було виявлено: дисфункцію підшлункової та паращитовидної залоз, преонкологічний процес 1 ступеня, дисфункцію печінки та жовчовивідних шляхів, порушення серцевого ритму та високий рівень стресу. При неінвазивному діагнозуванні крові апаратом АМП в той же самий день виявлено: недостатнє кровонаповнення серцевого м'яза (позиція 4-5 табл. 4.3), високий показник АСТ (аспартатамінотрансферази) та креатинкінази (поз. 11,12,13,14), – що вказує на пошкодження серцевого м'яза, недостатність лівого шлуночка серця (поз. 6), та високий рівень глюкози (поз. 16), що підтверджує поставлений йому раніше діагноз цукрового діабету II типу.

Методом Quanton були визначені індивідуальні частотні програми в дециметровому діапазоні, які протягом 5 днів щоденно змінювались під впливом коригуючої дії методу. Терапія виконувалась в автономному режимі за допомогою синтезованого терапевтичного модуля «Quanton A2», який був підключений до рук пацієнта спеціальними браслетами.

Після виконання 5-денної терапевтичної програми 20.07.2019 було проведено чергове діагнозування апаратом АМП (табл.4.3), яке показало суттєву різницю в показниках, що були не в нормі. Пацієнт відмітив покращення самопочуття та збільшення енергії в тілі, зникли болі в області серця та головні болі, покращився сон. Як видно з результатів аналізу крові, у два рази збільшилася кількість лімфоцитів (поз.1 табл.4.3), низький рівень яких був наслідком довготривалого нервового напруження. Нормалізувався рівень швидкості осідання еритроцитів (ШОЕ) (поз.2). Намітилась тенденція до зменшення навантаження серця (поз.3), нормалізувалось кровонаповнення серцевого м'яза (поз.4,5) а також покращилась робота лівого шлуночка серця (поз.6) та нормалізувався рівень СО2 в артеріальній крові (поз.8).

Таблиця 4.3.

Порівняння результатів аналізу крові пацієнта 4 до і після терапії.

#	Parameter	Normal value	15.07.19	20.07.19	Dynamics
1	Lymphocytes, %	40-17	14,02	29,71	N
2	Erythrocyte sedimentation rate, mm/h	15-0	18,53	3,30	N
3	Cardiac work, Joule	0.788 - 0.692	1,04	0,91	↓
4	Myocardial blood flow, %	5.02 - 4.32	4,14	4,62	N
5	Myocardial blood flow, ml/min	290.5 - 250	239,60	267,20	N
6	Left ventricular Stroke Work Index, %	85-50	45,22	48,76	↑
7	Central venous pressure, mm H_2O	120-50	31,67	57,39	N
8	CO2 in artenal blood, %	46.6 - 32.5	51,36	46,38	N
9	CO2 venous blood, %	53-51	64,92	63,57	↓
10	Time of systemic circulation, s	5.5-4	6,54	5,39	N
11	Creatine kinase MB (CK-MB), pmol/min/kg	38.1 - 35.1	41,16	36,90	N
12	Aspartate transaminase (AST), mmol/1	0.45 - 0.1	1,67	0,57	N
13	AST, U/1	40-2	84,79	30,30	N
14	De Ritis coefficient (AST/ALT),	1.2 - 0.8	2,14	0,55	↓
15	Bilirubin, Indirect, pmol/l	10.2 -1.7	10,44	8,45	N
16	Glucose, mmol/l	6.2 - 3.9	14,63	4,43	N
17	Cholesterol total, mmol/l	5.17 - 2.8	3,73	5,29	↑
18	P- lipoprotein, mmol/l	55-17	54,22	60,16	↑
19	3- lipoprotein, mmol/l	6-3	5,13	6,88	↑
20	Low-density lipoproteins (LDL), g/l	3.1 - 2.07	1,10	2,38	N
21	Triglycerides (TG), mmol/l	1.71 - 0.55	2,36	1,78	N

Важливим показником ефективності проведеної терапії є нормалізація рівня аспартаттрансамінази (AST), високий рівень в крові якої найчастіше вказує на пошкодження тканин міокарду (поз.12,13). Теж саме стосується і креатинкінази MB (поз.11), високий рівень якої може вказувати на загрозу інфаркту. Нормалізувався також і рівень глюкози в крові (поз.16) який був завищений більш ніж в два рази, внаслідок стресів і нервового перенапруження. Варто відмітити, що на фоні високої ефективності проведеної терапії, збільшилася в крові кількість

холестерину і транспортуючих його ліпопротеїдів, що може вказувати на процеси репарації пошкоджених тканин серця та печінки.

Висновок: 5-денна коригуюча програма методом Quanton сприяє швидкій та ефективній, крім того, без побічних ефектів, нормалізації роботи серця, рівня глюкози в крові та зменшення загрози інфаркту міокарда.

У зв’язку з тим, що метод неінвазивного аналізу крові не відображає рівня ПТСР (посттравматичний стресовий розлад), з тим же пацієнтом 4 було проведено практичне дослідження з використанням апаратури Інституту Нейробіоуправління і біологічного зворотного зв'язку (I-NFBF) що в місті Вевей, Швейцарія, яка вимірює і аналізує індивідуальну варіабельність серцевого ритму у пацієнтів за допомогою медичних сертифікованих сучасних пристроїв біологічного зворотного зв'язку (рис.4.8).

Після 5-7 хвилинної дії індивідуально визначеної антистресової програми, виконаної за допомогою синтезованого терапевтичного модуля «Quanton A2», відзначилося суттєве зниження варіабельності серцевого ритму і намітилась стійка його стабілізація на протязі 3-годинної дії терапевтичної програми.

Рисунок 4.8 – Дослідження пацієнта 4 в Інституті Нейробіоуправління та біофідбеку (I-NFBF). Vevey, Switherland. Липень 2019 р.

Офіційне запрошення на проведення подальших досліджень наведене в додатках 4-5 дисертації.

В роботі [161] доведено, що вплив низькоінтенсивним сигналом надвисокої частоти має антиоксидантну дію в умовах гострого стресу і при постстрессових станах. Такий вплив призводить до зниження перекисного окислення ліпідів (ПОЛ) і надає стрес-протекторну дію. В цій роботі доведено також, що стрес призводить до домінування перекисного окислення саме в тканинах серця.

Отримані результати підтверджують можливість використання розробленого методу і синтезованого терапевтичного модуля «Quanton A2» для ліквідації ПТСР – поширеного (тільки в Україні понад 4,5 млн випадків) і вкрай небезпечного захворювання. Це розширює сферу застосування методу Quanton, особливо в умовах військових дій та надзвичайних ситуацій.

Приклад 6

На прикладі 6 показано ефективність лікування при гострій формі борреліозу (хвороба Лайма). Результати відображені у таблиці 4.4, де наведені показники біохімічного аналізу крові пацієнтки 5 до та після терапії (65 років. Каліфорнія).

Хворобу Лайма, або системний кліщовий борреліоз, викликає спірохета Боррелія Бургдорфері, яка передається в основному кліщами. Клінічно проявляється різноманітними органними ураженнями автоімунного ґенезу. Хворі скаржаться на зниження як фізичної, так й розумової працездатності, швидку втомлюваність, розлади сну, біль у суглобах. Захворювання пошкоджує нервову і кістково-м'язову системи і призводить до ослаблення імунної системи людини, а в останній стадії до повного паралічу і смерті.

Пацієнтка була у важкому стані: слабкість загальна до неможливості пересуватись без сторонньої допомоги, постійні сильні болі в суглобах і у всьому тілі, які викликані запальними процесами від зараження спірохетою Боррелія, відсутність повноцінного сну та глибокий емоційний дисбаланс від довготривалого і безрезультатного лікування, та без надії на видужання. Запальний стан був підтверджений аналізом крові АМП (табл.4.4) по швидкості осідання еритроцитів

(поз.1), яка майже в 3 рази перевищувала норму. Також вдвічі більший рівень білірубіну вказував на гострий запальний процес (поз.7).

Таблиця 4.4.

Показники біохімічного аналізу крові пацієнтки 5 до і після терапевтичної дії.

	Параметр	Норма	значення, од		відхилення, %		Прогрес, %
			14.12.2018	28.12.2018	14.12.2018	28.12.2018	
1	Erythrocyte sedimentation rate,	1.0 - 14.0	37,25	2,65	166%	0%	166%
2	Stab neutrophiles, %	1.0 - 6.0	0,67	2,68	-33%	0%	33%
3	ALT, U/l	5.0 - 30.0	36,35	13,29	21%	0%	21%
4	Aspartate transaminase (AST),	0.1 - 0.45	0,53	0,26	18%	0%	18%
5	Bilirubin, Total, g/l*h	8.6 - 20.5	29,16	19,34	42%	0%	42%
6	Bilirubin, Direct, mu-mol/l	2.2 - 6.1	7,7	5,02	26%	0%	26%
7	Bilirubin, Indirect, mu-mol/l	1.7 - 10.2	21,46	14,32	110%	40%	70%
8	eGFR [MDRD], ml/min/1.73m2	95.0 - 145.0	68,9	82,1	-27%	-14%	14%
9	Estimated creatinine clearance ra	75.0 - 115.0	45,5	53	-39%	-29%	10%
10	Cystatin C (CysC), mg/l	0.6 - 0.96	1,06	0,93	10%	0%	10%
11	Cholesterol total, mmol/l	3.11 - 6.48	1,5	4,95	-52%	0%	52%
12	beta- lipoprotein, mmol/l	17.0 - 55.0	11,48	37,75	-32%	0%	32%
13	beta- lipoprotein, mmol/l	3.0 - 6.0	0,51	3,95	-83%	0%	83%
14	Triglycerides (TG), mmol/l	0.55 - 1.85	0,14	1,87	-75%	1%	73%
	Загальний відсоток відхилень, %				**52,4%**	**6%**	**46,4%**

Лікування методом Quanton тривало з 14 по 28 грудня 2018 року. Кожного 2-го дня пацієнтка з'являлась на контрольний тест, де визначалась нова частотна програма для ліквідації спірохети, а також для нормалізації кислотно-лужної рівноваги в тканинах, яких відбувається запальний процес. Від початку лікування болі почали поступово зменшуватись і до 28 грудня зникли повністю. Тест на наявність Боррелії Бургдорфері дав негативний результат. Протягом усього часу лікування нормалізувався сон, пацієнтка заспокоїлась і повернулась до нормального життя, що підтвердило повторне тестування і аналіз крові АМП (табл.4.4).

Отже, застосування індивідуальних частотних програм за методом Quanton довело свою високу результативність в ліквідації надзвичайно важкого борреліозу (хвороба Лайма), який конвенціональним шляхом традиційно лікується виключно

сильними антибіотиками на протязі тривалого часу (навіть до кількох місяців) з великими побічними наслідками.

Приклад 7

На цьому прикладі з пацієнтом 6 (69 років. Каліфорнія) відображений процес лікування гострого запального процесу в легенях - пневмонії, який супроводжувався високою температурою, болями в грудній клітці та майже безперервним кашлем. В табл. 4.5 приведені дані аналізу крові методом АМП.

Таблиця 4.5.

Показники біохімічного аналізу крові пацієнта 6 до і після терапевтичної дії.

	Параметр	Норма	значення, од		відхилення, %		прогрес
			20.12.2018	28.12.2018	20.12.2018	28.12.2018	%
1	Lymphocytes, %	19.0 - 37.0	42	21,11	14%	0%	14%
2	Leukocytes, x10^9/l	4.3 - 11.3	49,25	7,18	336%	0%	336%
3	Segmented neutrophiles, %	47.0 - 72.0	33,61	61,98	-28%	0%	28%
4	Erythrocyte sedimentation rate, mm/h	1.0 - 14.0	39,65	12,07	183%	0%	183%
5	Monocytes, %	3.0 - 11.0	14,94	9,64	36%	0%	36%
6	Myocardial blood flow, %	4.32 - 5.02	3,84	4,1	-11%	-5%	6%
7	Myocardial blood flow, ml/min	250.0 - 290.	222,29	237,34	-11%	-5%	6%
8	Creatine kinase MB (CK-MB), mu-mol/min/kg	35.1 - 38.1	44,36	41,55	16%	9%	7%
9	eGFR [MDRD], ml/min/1.73m2	95.0 - 145.0	62,2	104,6	-35%	0%	35%
10	Estimated creatinine clearance rate(eCCr), ml/min	75.0 - 115.0	64,3	100,9	-14%	0%	14%
11	Cystatin C (CysC), mg/l	0.6 - 0.96	1,15	0,78	20%	0%	20%
12	Nephritic blood flow, %	21.58 - 25.0	29,07	25,47	16%	2%	14%
13	Nephritic blood flow, ml/min	1430.0 - 166	1926,27	1688,06	16%	2%	14%
14	Dopamine beta-hydroxylase (DBH), mu-mol/l	28.0 - 32.5	17,84	23,96	-36%	-14%	22%
	Загальний відсоток відхилень, %				**55%**	**3%**	**53%**

Тестування методом ВРТ (20.12.2018) показало наявність в легенях гострого запального процесу, викликаного бактеріями: Клебсіела пневмонія, Клебсіела озена, Мікоплазма пневмонія, Легіонелла та легеневою трематодою Парагонімус Вестермані. Про це свідчить і аналіз крові методом АМП, який показує в 5 разів

вищий норми рівень лейкоцитів (поз.2 табл.4.5) та високий рівень ШОЕ, який теж майже в 4 рази був вищий норми (поз.4). Через 3 дні виконання терапевтичних програм методом Quanton, суттєво зменшилась температура пацієнта та набагато рідшим став кашель, біль та важкість в грудній клітці ще залишалися. В останній день лікування (28.12.2018) була відсутня реакція на вищевказані патогени, температура повернулась до норми та зникли болі в грудній клітці. Аналіз крові показав відхилення від норми тільки на 3% в порівнянні з першим виміром, де цей показник становив 55% (табл.4.5).

Одним із напрямків методу Quanton при лікуванні патології дихальних шляхів є метод швидкого (20-40хв) зупинення запальних процесів в організмі, особливо в легенях, що має надзвичайно велике та актуальне значення для лікування всіх видів пневмонії, вірусної та бактеріальної етіології. З відповідною пропозицією у формі петиції наш центр звертався до Уряду Південної Кореї в липні 2015 року під час епідемії вірусу MERS. На жаль, не зважаючи на високий рівень смертності від цієї хвороби та відсутності відповідного лікування, дана пропозиція не знайшла відгуку в Міністерстві Здоров’я Південної Кореї і була відхилена.

Приклад 8

Приклад з пацієнткою 7 (66 років. Каліфорнія) показує високу ефективність в лікуванні злоякісного новоутворення молочної залози, що було підтверджено результатами аналізу за допомогою комп’ютерної томографії.

Пацієнтка, після попередньої консультації, звернулась за допомогою з низкою симптомів, а саме: виснаження імунної системи, рак молочної залози 20 річної давності, який супроводжувався метастазами в ліву легеню і не був діагностований протягом багатьох років. Також було багато симптомів ракової пухлини, включаючи запалення і печія, біль і погіршення дихання. Перевантаження нервової системи від втрати обох батьків, що супроводжувалось поколюванням в обличчі, голові й спині. Серцебиття було нерегулярним, і відчувалось запалення в серці, а також був порушений сон через просинання посеред ночі, яке тривало по кілька годин.

На першому тестуванні методом ВРТ виявлено: критичний рівень протиракової резистентності, найнижчий рівень адаптаційних резервів організму, потенціал злоякісності 2 ступеня та так звана «деполяризація» в районі деструктивних змін тканин молочної залози, що супроводжує майже всі онкологічні процеси. Крім того були виявлені слідуючі патогени, що також брали участь в процесі: Ехінокок, Фасціолопсіс бускі, Парагонімус Вестермані, Нокардіа астероідес, Аспергілус нігер та інші. Ехінокок, як відомо, розвивається в організмі у вигляді множини пухлин, наповнених рідиною. В даному випадку деструктивна дія Ехінокока на організм пацієнтки могла бути однією з причин появи онкологічного процесу. Пліснява Аспергілус нігер майже завжди присутня як наслідок порушення балансу pH тканин, уражених онкологічним процесом.

Таблиця 4.6.

Показники біохімічного аналізу крові пацієнтки 7 до і після терапевтичної дії.

	Параметр	Норма	значення, од		відхилення, %		Прогрес, %
			09.12.2018	29.12.2018	09.12.2018	29.12.2018	
1	Segmented neutrophiles, %	47.0 - 72.0	42,96	58,85	-9%	0%	9%
2	Eosinophils, %	0.5 - 5.8	8,98	0,78	55%	0%	55%
3	Monocytes, %	3.0 - 11.0	13,13	10,86	19%	0%	19%
4	Stab neutrophiles, %	1.0 - 6.0	8,05	6,44	34%	7%	27%
5	Thrombocytes, x10^9/l	180.0 - 320.0	166,31	254,56	-8%	0%	8%
6	Fibrinogen, g/l	2.0 - 4.0	1,77	2,01	-11%	0%	11%
7	Myocardial blood flow, %	4.32 - 5.02	3,51	4,31	-19%	0%	19%
8	Myocardial blood flow, ml/min	250.0 - 290.5	203,35	249,19	-19%	0%	18%
9	Creatine kinase MB (CK-MB), mu-	35.1 - 38.1	48,49	39,57	27%	4%	23%
10	eGFR [MDRD], ml/min/1.73m2	95.0 - 145.0	54,4	78,9	-43%	-17%	26%
11	Estimated creatinine clearance rate(e	75.0 - 115.0	54,6	75,3	-27%	0%	27%
12	Cystatin C (CysC), mg/l	0.6 - 0.96	1,27	0,96	32%	0%	32%
13	Nephritic blood flow, %	21.58 - 25.09	19,82	25,71	-8%	2%	6%
14	Blood flow of other organs, %	5.76 - 6.7	4,4	6,45	-24%	0%	24%
15	Blood flow of other organs, ml/min	375.0 - 436.1	286,59	420,04	-24%	0%	24%
16	beta- lipoprotein, mmol/l	17.0 - 55.0	60,6	38,67	10%	0%	10%
17	beta- lipoprotein, mmol/l	3.0 - 6.0	6,95	4,11	16%	0%	16%
18	High-density lipoproteins (HDL), mm	0.78 - 1.74	4	1,4	130%	0%	130%
19	Dopamine beta-hydroxylase (DBH),	28.0 - 32.5	23,12	26,37	-17%	-6%	12%
	Загальний відсоток відхилень, %				**28%**	**2%**	**26%**

Аналіз крові методом АМП (табл.4.6) показав високий рівень еозинофілів (поз.2), що вказує на присутність паразитарних агентів, підвищений рівень моноцитів (поз.3) та нейтрофілів (поз.4) як наслідок хронічного запального процесу. Невеликий біохімічний дисбаланс крові – це результат збалансованого харчування, та тривалого самолікування натуральними методами. Пацієнтка свідомо відмовилась від будь-якого хімічного чи фармацевтичного втручання.

Діагностичні виміри та визначення індивідуальних програм за методом Quanton тривали з 8.12.2018 по 27.12.2018 року періодичністю кожного другого-третього дня. Весь цей період пацієнтка виконувала частотні терапевтичні програми за допомогою мобільного синтезованого пристрою «Quanton A2», отримуючи при кожному наступному тестуванні оновлення його програми. Зі слів пацієнтки, після кожної програми відчувалося загальне полегшення та збільшення сили, покращився сон. На момент закінчення першого циклу (8-27.12.2018) терапевтичних програм пацієнтка не відчувала жодного дискомфорту та була сповнена оптимізмом і надією на позитивний результат комп’ютерної томографії.

Томографія, яка була виконана 3.01.2019 року (Electronically signed by: Cary Yeh, MD on 1/3/2019 1:42 PM) показала: *«…невелике зменшення маси лівої нижньої частки з описаними краями. Решта легень здаються чистими».* (Lungs: There is slight decrease in size of left lower lobe mass with circumscribed lobulated borders. The remaining lungs appear clear.)

Повторна томографія була виконана 22.07.2019 року. Протягом цього періоду пацієнтка не виконувала жодних терапевтичних програм, окрім натуральних методів підтримання здоров’я, які використовувала перед початком терапії методом Quanton. Витяг з оригіналу наведений нижче:

CT Imaging - Hartnell Professional Center
Imaging Result

Name:	MRN:	DOB:	Ordering Physician:
[redacted]	331905	5/20/1952	Martha C Man
Procedures Performed:	Exam Date and Time:	Accession Number:	CCed Physicians:
CT Chest wo IV Contrast	07/22/2019 12:15 PM	CT262951	

HISTORY:
C50.012: Malignant neoplasm of nipple and areola, left female breast

THYROID GLAND: Normal.
LYMPH NODES: Stable calcified hilar lymph nodes, consistent with likely previous granulomatous disease.
HEART AND VASCULATURE: The heart and great vessels are within normal limits. No pericardial fluid.
PLEURAL SPACE: No pleural effusions or pneumothorax.
LUNGS: No parenchymal or interstitial abnormalities.
CHEST WALL: Again seen is a left hilar mass which today measures approximately 4.8 x 3.5 cm, decreased from previous measurement of 6.7 x 5.2 cm. Consolidation and bronchiectasis at the left lung base is again present. Scarring at the left lung apex present. Chronic changes of the lung parenchyma.
BONES: No suspicious lytic or blastic lesions.
ABDOMEN: Visualized portions of the upper abdomen are unremarkable.

На результатах КТ від 22.07.2019 зазначено, що в порівнянні до попереднього аналізу, який було проведено в 3.01.2019 року зафіксовано: *«…зменшення пухлини до розміру приблизно 4,8 х 3,5 см в порівнянні з попереднім виміром 6,7 х 5,2 см».*

При цьому лікарем була зроблена примітка для пацієнта: *«Ваше КТ показує наступне: Зменшений розмір лівої легені в порівнянні з попереднім. Стабільна кальцифікація лімфатичних вузлів відповідно до попередніх.»*

Остання інформація, яка надійшла від пацієнтки 7 з Каліфорнії 03.06.2020 р., підтверджує сталу динаміку зменшення пухлини:

FINDINGS
CHEST:
DEVICES: None present.
THYROID GLAND: Normal.
LYMPH NODES: Again seen are calcified spinal and hilar lymph nodes.
HEART AND VASCULATURE: The heart and great vessels are within normal limits. There is a small pericardial effusion.
PLEURAL SPACE: No pleural effusions or pneumothorax.
LUNGS: The lobulated, somewhat cystic left infrahilar mass containing calcifications continues to decrease in size. It now measures 2.1 x 3.4 cm (previously 3.5 x 4.8 cm. There are postobstructive changes in the left lower lobe. Posttreatment changes in the left upper lobe with scarring and pleural thickening is unchanged. The 4 mm right upper lobe nodule is stable.
CHEST WALL: No significant abnormalities.

Date of Exam: 06/03/2020 Acc #: CT401095 Page: 1 of 2

«…Легені: кальцифікації продовжують зменшуватися в розмірах. Тепер вони мають розміри 2,1 х 3,4 см. Раніше 3,5 х 4,8 см. Є постобструктивні зміни в лівій нижній частині. Зміни після лікування в лівій верхній частці з рубцями і потовщення плеври без змін. Вузлик правої верхньої частки 4 мм стабільний.»

Зменшення розмірів пухлини не відразу, а на протязі декількох місяців, вказує на запуск в організмі процесів саморегуляції та самовідновлення, що є натуральним процесом для ліквідації будь-яких дисфункцій. Час повного відновлення в такому випадку залежить від глибини патологічних нашарувань та адаптаційних резервів організму.

В статті [162] описано, що первинною молекулярною мішенню при впливі НВЧ-хвиль є рецепторні білки на клітинних мембранах. Вплив на них здійснюється через молекули пов'язаної з ними води, внаслідок чого білки переходять в функціонально активний стан і впливають на метаболічні процеси в клітинах. Підтвердженням цього підходу служать зміни фізико-хімічних властивостей крові хворих і ліпідного складу клітинних мембран під дією НВЧ-випромінювання. В силу того що більшість процесів, що відбуваються в живому організмі, залежить від роботи калій-натрієвого насосу в клітині, за допомогою НВЧ-сигналів принципово можна управляти різними процесами в організмі [163].

4.3. Оцінка динаміки зміни показників біохімічного аналізу крові у кількісному та часовому вимірах.

Мета експерименту: визначити динаміку зміни біохімічних показників формули крові (АМП-аналіз) у кількісному та часовому вимірах до і після застосування синтезованого терапевтичного приладу «Quanton A2».

Для групи пацієнтів різного віку з різними типами захворювань чи дисфункцій були визначені показники за методом неінвазивного аналізу крові АМП, характерні для кожного виду порушень, до та після терапії Quanton. При цьому було враховано, що згідно методології проведення вимірів апаратом АМП виміри проводяться з максимальним часом - 4 хвилини, чим забезпечується висока точність та достовірність.

На основі вимірів побудований графік (рис.4.9), де відображена динаміка зміни множини показників різних пацієнтів до та після терапії Quanton.

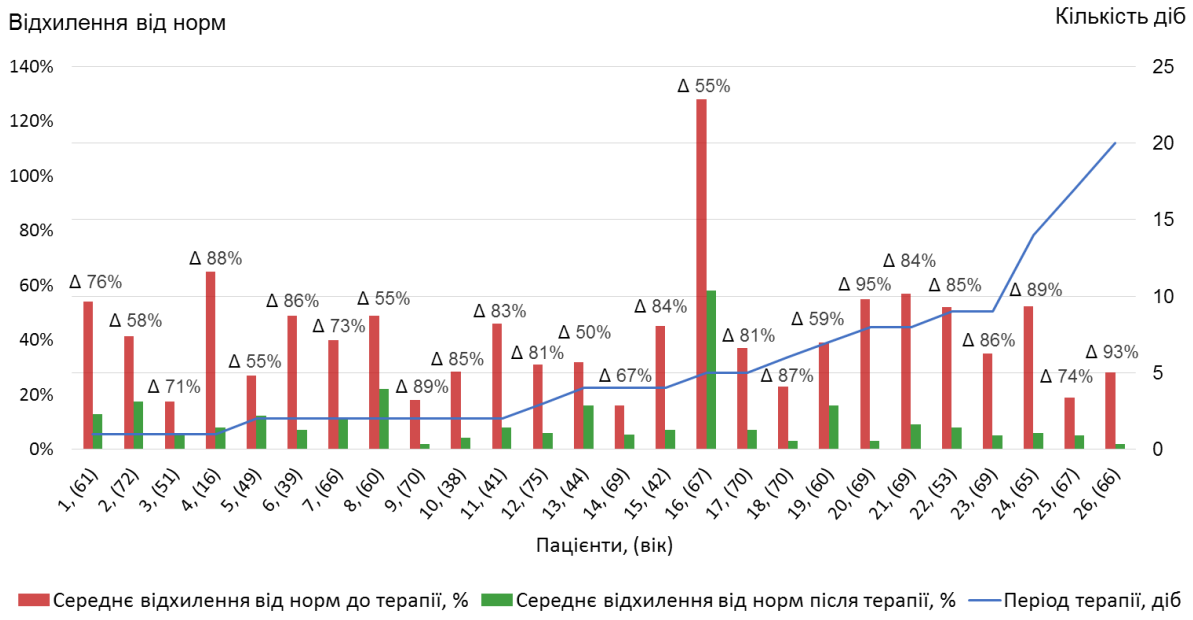


Рисунок 4.9 – Динаміка зміни множини показників різних пацієнтів до та після терапії Quanton

Для забезпечення статистичної достовірності результатів були представлені дані 26 пацієнтів. Результати показали, що:

•у 17 чоловік ціль терапії методом Quanton була досягнута за період від одного до 5 днів;

•ще 6 чоловік отримали позитивні результати терапії за період від 5 до 10 днів;

•і 3 людини потребували більше 10 днів для отримання бажаного результату.

Отже, базуючись на отриманих даних, можна зробити висновок, що майже у 90% випадків, достатньо терміну від 1 до 10 днів для отримання позитивних результатів терапії, що підтверджується при порівнянні вимірів відповідних біохімічних параметрів. Це робить метод Quanton та синтезований терапевтичний модуль «Quanton A2» перспективним інструментом для отримання поставлених цілей по оздоровленню людей в короткий проміжок часу. Окрім того, при відповідному технологічному доопрацюванню, можна автоматизувати основні процеси при діагнозуванні та аналізі діагностичних даних. Це суттєво прискорить і полегшить процес створення індивідуальних терапевтичних програм і дасть можливість широкого застосування методу в медичній практиці та індивідуальному використанні.

На рис. 4.10 зображена залежність ефективності дії терапії Quanton від кількості днів, протягом яких була застосована ця терапія.

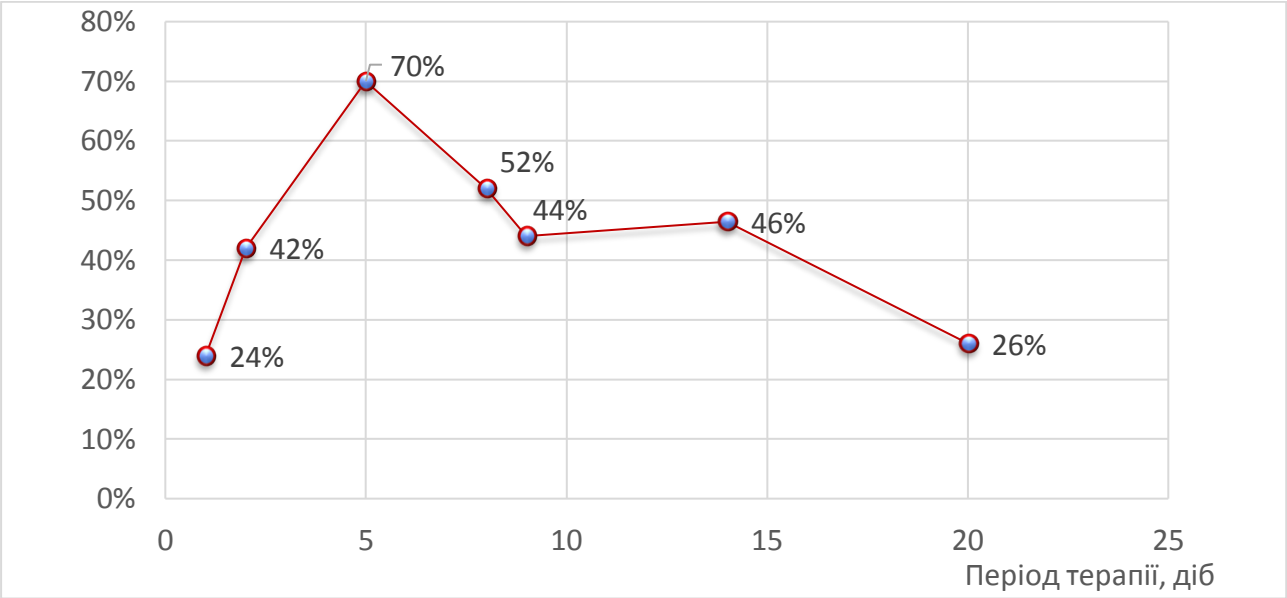


Рисунок 4.10 – Залежність ефективності дії терапії Quanton від кількості днів

З рис. 4.10 видно, що із збільшенням кількості днів застосування терапії ефективність, яка вимірюється по сумарним показникам біохімічного аналізу крові як відношення: $(П_{до}-П_{після}) / П_{до} \times 100\%$, де $П_{до}$, $П_{після}$ – показники до і після терапії Quanton відповідно підвищується.

Найбільша швидкість зростання показника ефективності характерна для перших 5 днів з послідуючим плавним зменшенням цього показника. Це означає потребу в оптимізації терміну застосування терапії Quanton, який також може бути визначений шляхом застосування цього ж методу.

Зазначені результати досягнуті при застосуванні електромагнітного впливу з індивідуально визначеними частотами в дециметровому та міліметровому діапазонах хвиль під конкретні проблеми в даний момент часу. Визначення відповідної частоти в потрібний момент дозволяє реалізувати ефект синхронізації біологічних процесів і ритмів організму з дією терапевтичного обладнання щоб отримати максимальний терапевтичний ефект, використовуючи внутрішні механізми саморегуляції. Пацієнт при цьому не відчуває ніякого навантаження, стан його ні в чому не погіршується і навпаки – отримує додаткову енергію від впорядкування внутрішніх фізіологічних процесів. Більш того, зміни відбуваються на глибокому рівні завдяки застосуванню міліметрових і дециметрових хвиль, які впливають на процеси всередині та зовні клітини, нормалізуючи метаболічні процеси.

4.4. Дослідження підвищення якості лікувально-діагностичного процесу

Мета експерименту: визначити ефективність застосування діагностично-оздоровчої системи Quanton для пацієнтів з виявленими онкологічними захворюваннями.

Клінічну апробацію проведено з 16.01.2019 г. по 24.01.2020 р. фахівцями ООО ПНЛФ «Фенікс», м. Харків.

Загальна кількість спостережень – 26.

Результати застосування системи Quanton наведені в табл. 4.7

Як видно з наведених даних отримано наступні результати:

- позитивні (кількість спостережень) – 24;
- не визначені (кількість спостережень) – 0;
- негативні (кількість спостережень) – 2;

Таким чином позитивний результат складає 92,5% .

Таблиця 4.7.

Порівняння показників крові онкохворих до і після застосування системи Quanton.

	Эозинофіли, норма: 0.5 - 5.8%		Палочкоядерний нейтрофіл, норма: 1.0 - 6.0%		Швидкість клубочкової фільтрації (eGFR [MDRD]), норма: 95.0 - 145.0 ml/min/1.73m2		Цистатин С (CysC), Норма: 0.6 - 0.96 mg/l		Ліпопротеїди високої щільності (HDL), норма: 0.78 - 1.74 mmol/l		Дофамін-β-гидролаза (DBH), норма: 28.0 - 32.5 mmol/l		Результати застосування системи Quanton
# пацієнта	до терапії	після терапії	до терапії	після терапії	до терапії	після терапії	до терапії	після терапії	до терапії	після терапії	до терапії	після терапії	
1	8,98	0,78	8,05	6,44	54,4	78,9	1,27	0,96	4	1,4	23,12	26,37	+
2	5,46	1,34	9,4	5,47	65,3	123,4	2,35	1,04	5,2	1,3	24,5	27,87	+
3	12,65	4,72	11,3	5,86	78,4	112,5	1,12	0,83	3,21	0,96	25,43	28,1	+
4	11,5	10,3	12,6	12,2	45,6	43,4	2,43	2,54	6,3	6,4	17,3	18,4	-
5	4,3	3,57	7,64	4,2	84,5	124,6	1,5	0,73	2,3	1,23	23,51	28,6	+
6	6,7	4,85	5,8	2,1	73,1	105	2,13	0,9	4,6	1,87	21,3	24,25	+
7	5,4	3,21	7,23	4,57	54,1	97,8	1,23	0,78	3,5	1,24	22,1	25,4	+
8	13,56	6,78	9,34	2,51	64,2	107,3	2,3	0,95	2,8	1,35	19,23	23,72	+
9	9,3	4,56	7,32	3,41	78,9	114,5	1,1	0,65	2,1	0,97	20.31	26,8	+
10	7,32	2,53	8,46	3,5	56,3	89,2	1,78	0,86	3,7	1,89	18,5	21,2	+
11	5,9	2,13	5,12	1,45	87,5	125,5	1,34	0,82	3,2	1,41	24,57	27,61	+
12	8,52	4,75	6,4	3,54	61,2	96,3	1,79	0,98	4,58	2,1	21,1	25,3	+
13	7,54	5,2	9,14	6,1	75,8	94,5	2,14	1,25	2,6	1,32	23,53	25,8	+
14	9,15	6,21	12,45	7,5	83,6	104,3	1,1	0,75	1,96	0.79	24,3	27,82	+
15	5,21	4,1	6,78	4,7	53,2	75,3	2,89	1,67	2,9	1,73	19,2	21,1	+
16	4,34	1,57	5,17	3,4	84,2	138,3	1,5	0,68	2,6	0.87	25,76	28,7	+
17	15,3	15,1	13,25	12,1	51,2	49,6	2,1	2,3	4,73	4,98	19,3	20,1	-
18	5,34	1,23	7,13	4,25	76,2	98,4	1,2	0,75	2,31	0,98	21,24	24,35	+
19	6,45	3,74	6,17	4,5	59,3	87,5	1,67	0,89	3,6	1,65	24,3	25,67	+
20	8,24	5,6	7,2	4,31	63,3	93,2	2,3	1,2	2,48	1,23	23,7	26,8	+
21	4,5	1,32	3,7	1,24	97,3	135,6	0,98	0,67	2,7	0,89	25,27	28,1	+
22	5,87	3,23	6,45	4,5	58,3	89	2,63	1,3	2,9	1,78	19,1	25,41	+
23	7,38	5,12	8,4	4,7	75,6	98,7	2,1	1,35	2,1	0.87	23,42	27,3	+
24	6,7	3,8	9,13	5,2	56,4	104,3	1,76	0.73	3,65	1,67	21,7	27,34	+
25	8,27	4,35	7,4	2,14	67,8	98,9	1,45	0,9	2,79	1,7	23,1	25,41	+
26	5,36	2,34	8,67	3,6	72,1	93,4	1,8	1,1	3,1	1,8	24,32	26,5	+

Отже, в порівняні з традиційними методами, де результативність досягає 65-70%, отримано підвищення ефективності в 1,3-1,4 рази, що дозволяє

використовувати цей безпечний метод, доповнюючи комплекс терапевтичних заходів, що застосовуються в сучасній онкології.

Акт клінічної апробації діагностично-оздоровчого комплексу «Quanton» приведений в додатку 6.

В роботі [164] зазначається, що мікрохвилі невеликої інтенсивності мають протизапальну, судинорозширювальну, імуномодулюючу, болезаспокійливу дію, що визначає їх використання при захворюваннях різних органів і систем запального, обмінного і алергічного характеру. Ці лікувальні ефекти, як показують дослідження останніх років, можуть представляти інтерес і для онкології, перш за все для лікування супутніх захворювань і при реабілітації хворих із злоякісними пухлинами.

В проведених раніше дослідженнях, А. Ю. Смірнов і співавтори продемонстрували можливість використання ЕМВ слабкої інтенсивності на певних частотах (540 і 600 МГц) дециметрового діапазону для протипухлинної терапії [165].

4.5.Інформація про соціально-економічну ефективність застосування розроблених інноваційних приладів на основі методу Quanton

Розроблені прилади являються інноваційними, що підтверджується патентами України:

1. Спосіб нормалізації функціонально-фізіологічного стану людини. Патент України №128776 від 10.10.2018.
2. Контактний пристрій діагностичного приладу. Патент України №137450 від 25.10.2019.
3. Спосіб діагностики функціонально-фізіологічного стану людини Quanton. Патент України №137452 від 25.10.2019.

Соціально-економічна ефективність застосування цих приладів полягає в наступних можливостях:

1. Достовірності діагностики та можливості її регулювання.
2. Проведення терапії з параметрами, які визначені організмом з використанням біологічно-зворотного зв’язку, що забезпечує інтегральну оптимальність впливу.
3. Ліквідація дисфункцій які недостатньо ефективно або зовсім не ліквідуються традиційними методами.
4. Можливість надання оперативної допомоги.
5. Оздоровлення людей без застосування фармацевтичної продукції.
6. Оздоровлення людей без побічних ефектів.
7. Мобільного застосування.
8. Отримання швидкого терапевтичного результату без витрат на ліки.
9. Розвитку і персоналізації технічного забезпечення методу.

Результати наукового пошуку впроваджені в:

- Міжнародній Академії наук і інноваційних технологій (Україна) при розробці систем автоматизованого проектування діагностично-лікувальних комплексів (довідка №17 від 05.09.2019р.); (додаток 2)
- Реабілітаційному центрі «Centrum Aurana», м. Варшава (Польща) для впровадження і використання діагностично-лікувальних систем (довідка №3 від 15.09.2019 р.). (додаток 3)
- Приватна клініка «Health Secrets», м. Ниса (Польща).
- Приватний терапевтичний кабінет: «Gabinet Biorezonansu Dr Iwona Wysokowska», м. Жмігруд (Польща).
- Приватний терапевтичний кабінет: «Gabinet Terapeutyczny Vega Test», м. Бидгощ (Польща).

Крім того наукові розробки прийняті для подальшої клінічної апробації у ООО ПНЛФ «Фенікс», м. Харків.

Висновки до розділу 4

В даному розділі наведені результати експериментального визначення результативності застосування синтезованих приладів, що реалізують метод Quanton. В результаті встановлено наступне:

1. Розроблена конструкція апаратного комплексу «Quanton A2» є ефективним засобом діагнозування та корекції біофізичних параметрів.
2. Достовірність результатів діагнозування підтверджена співпадінням експериментальних даних, отриманих за допомогою методу Quanton та традиційних методів.
3. Результативність застосування апаратного комплексу «Quanton A2» підтверджена ефективністю корекції біофізичних параметрів пацієнтів, що мали значні відхилення від норми по множині параметрів.
4. Експериментально підтверджені переваги апаратного комплексу «Quanton A2» що полягають у:

a. Високій достовірності діагностики та можливості її регулювання.

b. Можливості проведення терапії з параметрами, які визначені організмом з використанням біологічно-зворотного зв’язку.

c. Ліквідації дисфункцій, які недостатньо ефективно або зовсім не ліквідуються традиційними методами.

d. Можливості надання оперативної допомоги, оздоровлення людей без застосування фармацевтичної продукції та без побічних наслідків.

e. Мобільному застосуванні та отриманні швидкого терапевтичного результату без витрат на ліки.

5. Експериментально визначені показники функціональності, які у 3 рази перевищують аналоги, та ефективності діагностично-оздоровчого комплексу «Quanton A2» показали доцільність його впровадження у широку практику оздоровчо-лікувальних закладів та у побуті як одного з елементів інформаційної безмедикаментозної медицини.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

1. Дослідження існуючих методів і засобів діагностування та корекції функціонального стану біологічних об’єктів виявило їх значні недоліки щодо функціональних можливостей і технічного рівня та зумовило тим самим розроблення вдосконаленої біотехнічної системи.

Синтезована система забезпечує підвищення швидкодії процесів у 1,5 – 2 рази, достовірності - в 1,3 рази і розширення функціональності у 1,5 рази.

2. Показана доцільність застосування методу, що використовує явище зміни електричного опору (імпедансу) шкіри людини під впливом інформаційних маркерів, для створення діагностичних апаратних комплексів та визначення ефективно діючого діапазону частот, термінів нормалізації стану та кількості потрібних циклів корекції.

3. Теоретично обґрунтована і експериментально підтверджена ефективність застосування діапазону дециметрових хвиль (500 МГц - 3 ГГц) для мікрохвильової корекції біосистеми, що дозволяє забезпечити прискорення процесу нормалізації її функціонального стану до 5-10 днів, в порівнянні до 2-3 місяців лікування традиційними методами, при цьому встановлена закономірність, яка показує, що найвищий рівень нормалізації функціонального стану досягається в середньому на 5-му сеансі з послідуючим зниженням за рахунок активації механізмів саморегуляції організму.

4. Розроблений метод спрямованого синтезу на основі використання інформаційних інваріантів дозволяє визначати необхідну структуру, розрахувати конструктивні та технологічні параметри біотехнічної системи, що дозволяє виконувати структурно-параметричну оптимізацію її апаратного комплексу з різними рівнями технізації функцій для проведення неінвазивного діагностування та корекції порушеного фізіологічного стану людей в умовах як стаціонарних оздоровчих центрів, так і в побуті.

5. Ефективними методами управляння достовірністю діагностики є перехід від одиничного каналу отримання інформації до множини каналів, від однієї точки виміру до множини точок, від разового виміру до множини вимірів.

6. Скорочення тривалості процесу досягається за рахунок мінімізації початкового об'єму робіт шляхом вибору об'єктів діагностики за результатами інтегральної оцінки спектру випромінювання організму, підвищення швидкодії підготовчих робіт шляхом автоматизації процесу пошуку і установки контактів багатоконтактної головки, мінімізації часу подачі тестових сигналів, тривалості мікрохвильового впливу та кількості сеансів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

1. Конституція України. *Відомості Верховної Ради України*. 1996. № 30, Розділ I, ст.3. ст. 141. – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр#Text

2. Androuchko V., Asif Zafar. Malik How to speed up the introduction of eHealth services in developing countries. *Global Telemedicine and eHealth Updates: Knowledge Resources*. 2008. - Vol. 1. P. 260-265.

3. Огородник І. М., Огородник Ю. І. Розробка індивідуальних мобільних діагностичних систем для використання в телемедичних мережах. *Інформаційні системи та технології в медицині.* II Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи та технології в медицині» ІСМ–2019 (м. Харків 28-29.11.2019р) : зб. наук. пр. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського. Х., 2019. С. 51-52.

4. Миронов С. Л. Полный курс по расшифровке ЭКГ. Москва : Издательство АСТ, 2017. 224 с.

5. Швырков В. Б. ЭЭГ и нейрональная активность в психофизиологических исследованиях. Москва : Наука, 1987. 224 с.

6. Peter Siao, MD, Dr. Didier P. Cros, MD, Dr. Steve Vucic, MBBS, PhD, FRACP, Steve Vucic. Practical Approach to Electromyography. Springer Publishing Company, 27.01.2011. 318 p.

7. Тимофеев А. Б. Механические колебания и резонансы в организме человека : учебное пособие. Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. 312 с.

8. Abramov O. V. Effective method of statistical modeling in problems of optimal parametric synthesis, Informatika i sistemy upravleniya, № 1 (2008). P. 27-30.

9. Спосіб відновлення функціонально-фізіологічного стану людини. Пат. 128776 Україна: МПК (2018.01) A61H 39/00 / І. М. Огородник, В. В. Крутов, В. П. Семенов, М. Е. Тернюк; заявл. 27.03.2018 ; опубл. 10.10.2018, Бюл. №19. 6 с.

10. Jackson J. Spielvogel. Western Civilization. The Pennsylvania State University / Cengage Learning. 2011. №8. 562 p.

11. Elizabeth Ann Williams. A Cultural History of Medical Vitalism in Enlightenment Montpellier. History of medicine in context. Ashgate. 2003. 369 p.

12. Burr, H. S., F. S. C. Northrop. The Electro-Dynamic Theory of Life : Quarterly Revue of Biology. 1935.Vol. 10. P. 322-333.

13. Рубин А. Б. Термодинамика биологических процессов. М.: Изд-во МГУ, 1984. 283 с.

14. Опритов В. А. Энтропия биосистем. *Соросовский образовательный журнал*. Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 1999. №6. С. 33-38.

15. Волькенштейн М. В. Энтропия и информация. М.: Наука, 1986. 192 с.

16. Луценко Н. Г. Начала биохимии : Курс лекций. РХТУ им. Д.И. Менделеева. М.: МАИК «Наука/итерперводика», 2002. 125 с.

17. Новиков Д. А. Закономерности итеративного научения. М.: Институт проблем управления РАН, 1998. 77 с. URL: https://texts.news/filosofiya-fundamentalnaya/zakonomernosti-iterativnogo-naucheniya.html

18. Організм як відкрита термодинамічна система. Електрронна стаття. – URL: https://studopedia.com.ua/1_56552_organizm-yak-vidkrita-termodinamichna-sistema.html

19. Огородник І. М., Висоцька О. В., Тернюк М. Е. Розробка діагностичних сенсорів на основі регуляторного механізму біосистем та їх реактивності. *Системи обробки інформації*. Харків, 2019, № 4(159). С. 93-98.

20. Vetrugno R., Liguori R., Cortelli P., Montagna P. Sympathetic skin response. *Clinical Autonomic Research*. 2003. №13(4). P. 256-270.

21. Moroz V. M., Yoltukhivs′kyy M. V. and Byelik N. V. Fiziolohiya. Korotkyy kurs [Physiology. Short course]. Nova Knyha, Vinnytsya, 2015. 408 p.

22. Спосіб діагностики функціонально-фізіологічного стану людини Quanton: пат. 137452 Україна: МПК (2019.01) A61H 39/00 / І. М. Огородник, Ю. І. Огородник, В. В. Крутов, В. П. Семенов, М. Е. Тернюк; заявл. 22.03.2019 : опубл. 25.10.2019, Бюл. №20. 6 с.

23. Боткин С. П. Курс клиники внутренних болезней и клинические лекции в 2 т. М., Медгиз, 1950. Т. 2. 600 с.

24. Коцюбинский А. П. Многомерная (холистическая) диагностика в психиатрии (биологический, психологический, социальный и функциональный диагнозы). Санкт-Петербург: Спец Лит, 2017. 285 с.

25. Yoshio Nakatani, Tetsuo Oiso. A Guide for Application of Ryodoraku Autonomous Nerve Regulatory Therapy. *Ryodoraku Medical Science and Stimulus* : Therapy official Journal. 2018. Vol.1. P. 1-20.

26. Dr. Reinhold Voll: Arzt, Forscher, Lehrer. Elektroakupunktur nach Voll - ein ganzheitliches Diagnose und Therapiesystem / Med.-Literarische Verlag-Ges. 1998. 104 p.

27. Сергеєв В, Сергеєва Н. Метод Р. Фолля в діагностиці та лікуванні. *Лікувальна фізична культура, спортивна медицина й фізична реабілітація*. Луцьк : СНУ ім. Л. Українки, 2013. С. 105-108.

28. Ogorodnyk I. Vega-test / Centrum Aurana. Warszawa. 2016. URL: http://www.auranacenter.com/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=82&Itemid=365&lang=pl

29. Вегетативно-резонансное тестирование. Валеологический центр ВИТА Санк-Петербург. http://vitaspb.ru/wp-content/uploads/2015/03/zd9.pdf

30. Jaroszyk F. Biofizyka. Podręcznik dla studentów. Wydawnictwo lekarskie PZWL. Warszawa. 2001. P. 864, P. 193-202.

31. Sedlak W. Mała monografia bioelektroniki. Continuo, Radom. 2000. P. 224, P. 153-176.

32. Свистунов А. А., Цымбал А. А. Экспериментальное и клиническое обоснование применения электромагнитных волн терагерцевого диапазона на частотах излучения и поглощения оксида азота и кислорода при различных формах патологии. *Актуальные вопросы патофизиологии*. Вестник РАМН, 2017. №72(5). с. 365-374.

33. Паламарчук М. И., Егорова Т. Ю. Электропунктурный вегетативный резонансный тест. *Новые Возможности Диагностики. Оригинальные*

Исследования. Журнал ГРГМУ, 2006. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/v/elektropunkturnyy-vegetativnyy-rezonansnyy-test-novye-vozmozhnosti-diagnostiki

34. Нозоды – “микровакцины” [Електронний ресурс] / Московский ветеринарный вебцентр. Режим доступу: http://webmvc.com/show/show.php?sec=7&art=3.

35. Пресс Ф. П. Фоточувствительные микросхемы с зарядовой связью. Итоги науки и техники. Сер.Электроника. – М., 1986. Т. 18.

36. Wolf F. A. Taking the Quantum Leap. New York, Harper and Row. 1981. P. 65-66.

37. Lampert M. A.. Mark P. Current ingection in solids. Academic Press. N.Y. London. 1970.

38. Kessler Wolf-Dieter. Elektroacupuncture [Electronic resourse] / Wolf-Dieter Kessler. URL: https://www.dr-kessler.net/diagnostics-and-therapies/elektroacupuncture-vega-test/

39. Бьянки А. М. Частотно-временной анализ биомедицинских сигналов./ Бьянки А. М., Майнарди Л. Т., Черутти С., // https://doi.org/10.1177/014233120002200302

40. Способ идентификации спектральных характеристик биологических и неживых объектов и их коррекции: деклараційний патент України на корисну модель № 23476 опубл. 25.05.2007.

41. Леньков С. В. Измерение амплитуд гармоник периодического сигнала с помощью алгоритма быстрого преобразования Фурье. *Измерительная техника*, 2006

42. Методические и аппаратные средства современной интегральной медицины: комплекс медицинский экспертный (КМЭ). http://medin.dp.ua/PublikatsiyitaNaukoviOsnovy

43. Szent-Györgyi A. Introduction to a submolecular biology. Academic Press, New York. 1960. 135.

44. Cho ZH. New findings of the correlation between acupoints and corresponding brain cortices using functional MRI. Proceedings of National Academy of Science. 1998;95:2670-2673.

45. Lipton B.H. The biology of belief. Santa Rosa, CA: Elite. 2005. 112 p.

46. Stokes Stephen. Heal Yourself: The 7 Steps To Innate Healing. Crazy Fish Publishing. Cypress 2019. P248. 46-47pp. www.drstephenstokes.com

47. Fröhlich H. Long-range coherence and energy storage in biological systems. International Journal of Quantum Chemistry. 1968.2.P.641.

48. Dawson Church. The Genie in Your Genes: Epigenetic Medicine and the New Biology of Intention. Energy Psychology Press. 2014. 397p. 180-200 pp.

49. Oschman James. Energy Medicine in Therapeutics and Human Performance. Edinburgh.: Butterworth-Heinemann. 2003. P. 310.

50. McClare CWF. Resonance in bioenergetics. Annals of the New York Academy of Science. 1974;227:74-97.

51. Eden D, Feinstein D. Energy medicine: uses in medical settings. 2006; paper posted at www.energymed.org/hbank/handouts/ener-med_in_medical_set.htm. Accessed July 14, 2007.

52. Майр Э. Причина и следствие в биологии. *На пути к теоретической биологии*. М.: Мир, 1970. С.47-58.

53. Frehlich H. Coherent electric vibrations in biological systems and cancer problem. − TEEE Trans. Microwave Theory Tech. 1978. MMT-26, P. 613-617.

54. Freiich H. Adv. in Electronic and Electron Physics. 1980. 53. P. 85.

55. Сітько С. П., Мкртчян Л. Н. Введение в квантовую медицину, К. : «Паттерн» 1994 с. 146 (Sit`ko S. P., Martchian L. N. Introduction to Quantum Medicine. – Kiev “Pattern” 1994, p. 127.)

56. Jaroszyk F. Biofizyka. Podręcznik dla studentów. Wydawnictwo lekarskie PZWL. Warszawa. 2001. P-864, P. 200-202.

57. Ситько С. П., Андреев Е. А., Белый М. У., Скопюк М. И., Талько И. И. О возможном применении МКВ излучения миллиметрового диапазона для ранней диагностики различных заболеваний. *Тезисы докл. Всесоюзного координационного*

совещания "Обмен опытом по использованию в медицине ЭМП ММ-диапазона малой интенсивности ", 10-11 апр. 1984 г., 1984, с. 14.

58. Родштат И. В. Новые физиологические подходы к оценке КВЧ-воздействияя на биологические объекты. *Биомедицинская радиоэлектроника*, 1998. № 3. С. 11-16.

59. Пасечник В. И. Флуктуация рецепторного потенциала тельца Руффини. *Биофизика*, 1975. № 1. С. 82-87.

60. Бецкий О. В. Механизмы биологических эффектов взаимодействия ММ волн с живыми организмами. Сб.: Вопросы использования электромагнитных излучений малой мощности крайне высоких частот (миллиметровых волн) в медицине/ КВЧ-терапия. Ижевск: АО НИЦ «ИКАР», 1992. С. 2-6.

61. Темурьянц Н. А., Чуян Е. Н. Антистрессовое воздействие миллиметровых волн. Сб.: Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине – М.: ИРЭ АН СССР, 1991. ч.2. С. 334-338.

62. Лебедева Н. Н., Сулимова О. П. Модифицирующее действие ММ-волн на функциональное состояние ЦНС человека при моделировании стресса. Миллиметровые волны в биологии и медицине,1994. №3. С.16-21.

63. Рубин В. И., Бельская Н. А., Вайнер Г. Б. Влияние КВЧ излучения на стуктурно-функциональное состояние мембраны клетки и ее окислительные процессы у больных ИБС. *Миллиметровые волны в медицине* : сб. статей. М., 1991. Т. 1. С. 246-255.

64. Ситько С. П., Сугаков В. И. О роли спиновых состояний белковых молекул. Докл. АН УССР. Сер. А, 1984. № 6. С. 65.

65. Сітько С. П., Скрипник Ю. О., Яненко О. П. Деякі особливості мікрохвильових полів та випромінювань біологічних об’єктів. *Фізика живого*, 1999. Т.7. №2. С. 5-10.

66. Девятков Н. Д., Голант М. Б., Тагер А. С. Роль синхронизации в воздействии слабых электромагнитных сигналов миллиметрового диапазона волн на живые организмы. *Биофизика*, 1983. Т. 23. № 5. С. 895.

67. Девятков Н. Д., Голонт М. Б., Бецкий О. В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. Москва : Радио и связь, 1991. 169 с.

68. Тезисы докладов VI-го Всесоюзного семинара «Применение мм-излучения низкой интенсивности в биологии и медицине» ИРЭ АН СССР (г. Звенигород, 1-3 сент. 1986 г), Москва. 1986. 112 с.

69. Куценок В. А., Дьякова Н. Р., Куценок В. В. Информационно-полевая терапия. К. : Издательско-редакционный отдел ООО "Типография "Бизнесполиграф", 2008. 796 с.

70. Барыбин В. Ф. Общеэволюционная модель (биологические аспекты), 2006.

71. Применение миллиметрового излучения низкой интенсивности в биологии и медицине. М., 1985. Миллиметровые волны в медицине и биологии. М., 1989. Миллиметровые волны нетепловой интенсивности в медицине. М., 1991 / под. ред. академика Девяткова Н. Д. Ч. 1, 2, 3.

72. Спосіб відновлення функціонально-фізіологічного стану людини : пат. 128776 Україна,10.10.2018.

73. Сітько С. П., Грубник Б. П., Перегудов С. М., Рогачов А. І. та ін. Шумові генератори низько інтенсивних сигналів у технологіях квантової медицини. *Фізика живого*, 2000. Т.8, №2, с. 89-95.

74. Огородник І. Забезпечення заданого рівня достовірності комплексної спектрально-бінарної діагностики методом «Quanton». *Аудит технологій та виробничі резерви*, 2019. № 2/2 (46). с. 32-36.

75. Method and apparatus for screening or sensing bodily conditions using DC biopotentials. Patent US5678547AUS5678547A, United States. Inventor: Mark L. Faupel, Charles Leonard Gordon, John D. Stephens, Seth D. Nathanson, Kenneth E. Doe, Steven Erik Hagstrom.
https://patents.google.com/patent/US5678547A/en?q=~patent%2fWO2013055261A2

76. Method and apparatus for detecting body illness, dysfunction, disease and/or pathology. Patent US4557271A, United States/ Inventor: Kenneth P. Stoller, E. Taf
https://patents.google.com/patent/US4557271A/en?q=~patent%2fWO2013055261A2

77. Development of an approach to mathematical description of imbalance in methabolic processes for its application in the medical diagnostic information system DOI: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.141451 .

78. Developing a method for prediction of relapsing myocardial infarction based on interpolation diagnostic polynomial / Yakubovska S., Vysotska O., Porvan A., Yelchaninov D., Linnyk E. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2016. Vol. 5, Issue 9 (83). P. 41–49. doi: https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.81004.

79. Vysotska O., Dobrorodnia G., Gordiyenko N., Klymenko V., Chovpan G., Georgiyants M. Studying the mechanisms of formation and development of overweight and obesity for diagnostic information system of obesity. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. Vol. 6. Issue 2 (84). P. 15–23. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.85390 .

80. Vysotska O. V., Bespalov Y. G., Pecherska A.I., Maciejewski M., Kalizhanova A. Mathematical simulation of the structure of pulsed arterial pressure relations with vascular damage factors in patients with arterial hypertension, 2019 *Information Technology in Medical Diagnostics II*. Proceedings of the International Scientific Internet Conference on Computer Graphics and Image Processing and 48th International Scientific and Practical Conference on Application of Lasers in Medicine and Biology. 2018.

81. Спосіб відновлення функціонально-фізіологічного стану людини. Патент України: пат. 128776 Україна: МПК (2018.01) A61H 39/00 / І. М. Огородник, В. В. Крутов, В. П. Семенов, М. Е. Тернюк; заявл. 27.03.2018; опубл. 10.10.2018, Бюл. №19. 6 с.

82. Matthew B. Weinger, Michael E. Wiklund and Daryle J. Gardner-Bonneau, Loir M. Kelly. Handbook of Human Factors in Medical Device Design. Bio*Medical Engineering*OnLine. 2011. No 10(1):46 DOI 10.1186/1475-925X-10-46

83. eFernandez-Vargas J., Pfaff H.U., Rodriguez F. B., eVarona P. Assisted closed-loop optimization of SSVEP-BCI efficiency. *Frontiers in Neural Circuits*. 2013. 7 DOI 10.3389/fncir.2013.00027

84. Ronicke S., Hirsch M. C., Türk E., Larionov K., Tientcheu D., Wagner A. D. Can a decision support system accelerate rare disease diagnosis? Evaluating the potential impact of Ada DX in a retrospective study/ *Orphanet Journal of Rare Diseases*. 2019. No 14(1):1-12 DOI 10.1186/s13023-019-1040-6

85. Guided interactive diagnostic systems. 18th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS'05). Dublin, Ireland, 23-24 June 2005. 10.1109/CBMS.2005.62

86. Ahmed, Ummee Tania (2018). Planar microwave devices for wideband microwave medical diagnostic and therapeutic systems. PhD Thesis, School of Information Technol and Elec Engineering, The University of Queensland. https://doi.org/10.14264/uql.2018.142

87. Bianchi, Anna & Mainardi, Luca & Cerutti, Sergio. (2000). Time Frequency Analysis of Biomedical Signals. Transactions of The Institute of Measurement and Control - TRANS INST MEASURE CONTROL. 22. P. 215-230. 10.1177/014233120002200302.

88. Hualou Liang, Joseph D. Bronzino, Donald R. Peterson, Biosignal Processing: Principles and Practices. *CRC Press*, 2013 by Taylor & Francis Group. LLC, P. 202, https://doi.org/10.1201/b12941

89. Roberto Vetrugno, Rocco Liguori, Pietro Cortelli, Pasquale Montagna, Sympathetic skin response. Basic mechanisms and clinical applications/ *Clin Auton Res*. 2003. 13: 256–270 DOI 10.1007/s10286-003-0107-5

90. Дитрих Я. Проектирование и конструирование. Системный подход/ Перр. с польск. М. : Мир, 1981. 456 с.

91. Koller R. Constructions methods for den mashing-, Greta- und Apparatebau / R. Koller. Berlin - Heidelberg - New-York: Springer -Verlag. 1976. 345 p.

92. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения / пер. с англ. И. Романовского, Ф. Андреева. М.: Конкорд, 1992. 519 с.

93. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. М.: Радио и связь, 1990. 534 с.

94. Тернюк Н. Э. Система периодических систем элементов видимого материального мира. *Сучасні проблеми науки та освіти* : матеріали 15-ї Міжнародної міждисциплінарної науково-практичної конференції (м. Алушта - Харків, 30 квітня – 9 травня 2011 р.). Х.: Українська асоціація «Жінки в науці та освіті». Харківський нац. ун-т ім. В.Н.Каразіна, 2011. С. 11-22.

95. Тернюк Н. Э. Законы развития техники и их применение при создании инноваций. *Сучасні проблеми науки та освіти* : матеріали 16-ї Міжнародної міждисциплінарної науково-практичної конференції (м. Євпаторія-Харків, 30 квітня–9 травня 2011 р). Х.: Українська асоціація «Жінки в науці та освіті». Харківський нац. ун-т ім. В. Н. Каразіна, 2012. С. 74-86.

96. Беловол А. В., Тернюк Н. Э. Синтез способов управления производительностью полифункциональных машин и их систем. *Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля*. Луганськ, 2003. № 12. С. 7–9.

97. Дмитрук И. А., Когут Р. Й., Печеник А. Н. и др. Синтез полного множества общих структур способов повышения энергоэффективности производства. *Комун. господ. Міст* : науково-техн. Збірник, 2012. Вип.109. С. 96-106.

98. Блауберг И. В., Юдин Э. Г. Становление и сущность системного подхода. М. : Наука, 1973. 270 с.

99. Волкова В. Н. Искусство формализации: От математики – к теории систем, и от теории систем – к математике. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2004. 200 с.

100. Карташев В. А. Система систем. Очерки общей теории и методологии. М. : Прогресс-академия, 1995. 416 с.

101. Системный подход в современной науке (к 100-летию Людвига фон Берталанфи). - М. : Прогресс-Традиция, 2004. 560 с.

102. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. М. : Радио и связь, 1990. 534 с.

103. Балашов Е. П. Эволюционный синтез систем. М. : Радио и связь, 1985. 328 с.

104. Норенков И. П. Основы автоматизированного проектирования : Учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 336 с.

105. Бондаренко Н. И. Методология системного подхода к решению проблем: история, теория, практика. СПб. : Изд-во Санкт-Петербургского ун-та экономики и финансов, 1997. 388 с.

106. Льноградский Л. А. Концепция системного проектирования. Самара : Изд-во Самарского гос. тех. ун-та, 2005. 180 с.

107. Васильев В. Н. Организация, управление и экономика гибкого интегрированного производства в машиностроении. М. : Машиностроение, 1986. 312 с.

108. Тимофеев Ю. В. Основы синтеза и анализа технологических систем обработки материалов резанием : дис. … д-ра техн. наук : 05.02.08. Харьков, 1985. 332 с.

109. Лищинский Л. Ю. Структурный и параметрический синтез гибких производственных систем. М. : Машиностроение, 1990. 312 с.

110. Тернюк Н. Э. Основы комплексной оптимизации технологических систем для производства зубчатых колес: дис. ... д-ра техн. Наук : 05.02. Харьков, 1983. 433 с.

111. Месарович М., Мако Д., Такараха И. Теория иерархических многоуровневых систем. *Общая теория систем*. М., 1973. С. 15-48.

112. Костюк Г. И., Тернюк Н. Э. Концепции создания гибких технологических систем высокой и сверхвысокой производительности. *Авиационно-космическая техника и технология*. Х. : Национ. аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», 2005. № 2/18. С. 11-18.

113. Способ идентификации спектральных характеристик биологических и не-живых объектов и их коррекции : пат. 23476 Україна : МПК: A61B 5/04, A61N 5/00, A61H 39/00, A61N 5/02 / Барзинський В.П.; опубл. 25.05.2007.

114. Спосіб відновлення функціонально-фізіологічного стану людини. Патент України: пат. 128776 Україна: МПК (2018.01) A61H 39/00 / І. М. Огородник,

В.В. Крутов, В.П. Семенов, М.Е. Тернюк; заявл. 27.03.2018; опубл. 10.10.2018, Бюл. №19. 6 с.

115. Голованов А. И. От производительности к эффективности труда. *Вестник Томского государственного университета*, 2013. № 376. С. 137-141.

116. Біловол Г. В. Оптимізація множини способів підвищення продуктивності багатофункціональних машинобудівних технологічних систем. *Вісник Харківського національного технічного. університету сільського господарства ім. П. Василенка*. Х., 2005. № 33. С. 205-209.

117. Царёв А. М. Основные положения теории производительности систем машин автоматического действия на примере перекомпонируемых производственных систем. *Проблемы машиностроения и автоматизации*, 2014. № 3. С. 33-41.

118. Тернюк Н. Э., Беловол А. В., Хунг В. Ф. Система структур технологических комплексов и метод их конкретизации. *Автомобильный транспорт* : зб. науч. трудов. Х. : ХНАДУ, 2006. № 18. С. 91–94.

119. 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]. Access mode: https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/monitorstrat/stetzer.pdf. – 12.02.2019

120. Helo P. Managing agility and productivity in the electronics industry / P. Helo // Industrial Management & Data Systems. 2005. – Vol. 104, No. 7. P. 567-577. DOI: 10.1108/02635570410550232.

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

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

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

124. 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. Schuijf, Fleur R. de Graaf, Eric Boersma, Ga-bija 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.

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

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

127. 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 [Text]. *International Journal of Management and Enterprise Development*. 2006. Vol. 3. No. 4. P. 351-375. DOI: 10.1504/JMED.2006.009086.

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

129. Тернюк Н. Э. Новая система инженерных знаний - как основа инновационного развития стран, регионов, отраслей. *Социология ноосферного региона* : Матер. междун. научно-практической конфер. (г. Москва-Запорожье, 23-25 ноября 2012 г.). Москва-Запорожье, 2013. С. 20-28.

130. Копейченко Ю. В., Тернюк Н. Э. К вопросу определения и классификации систем машин. *Прогрессивные технологи и системы машиностроения :* Междунар сб. научных трудов. Донецк : ДонГТУ, 2001. Вып. 16. С.261-266.

131. Беловол А. В. Обеспечение производительности многономенклатурных механообрабатывающих производств на основе синтеза структур технологических систем : дис. … канд. техн. наук : 05.02.08. Х., 2011. 194 с.

132. Флейшман Б. С. Основы системологии. М. : Радио и связь, 1982. 368 с.

133. Колесников Л. А. Основы теории системного подхода. К. : Наукова думка, 1988. 176 с.

134. Льноградский Л. А. Концепция системного проектирования. Самара : Изд-во Самарского гос. тех. ун-та, 2005.180 с.

135. Щедровицкий Г. П. Избранные труды. М. : Шк. Культ. Полит., 1995. 800 с.

136. Михайлов А. Н. Основы синтеза поточно-пространственных технологических систем непрерывного действия. – Донецк: ДонНТУ, 2002. 379 с.

137. Автоматизированные системы технологической подготовки производства в машиностроении / под ред. Г.К. Горанского. М. : Машиностроение, 1976. 240 с.

138. Беловол А. В., Тернюк Н. Э. Новый подход к проектированию гибких технологических систем высокой и сверхвысокой производительности для машиностроения. *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. Х. : Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», 2003. № 39/4. С. 117-121.

139. Беловол А. В., Копейченко Ю. В., Тернюк Н. Э. Информационное обеспечение безаналогового синтеза машин и их систем. *Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве* : сб. науч. тр. Х., 2002. С. 14-18.

140. Гладка Н. М. Синтез комплексно оптимизованных инновационных транспортных средств с учетом закономерностей их развития : дис. … канд. техн. наук : 05.22. Х., 2015. 184 с.

141. Артоболевский И. И. Теория машин и механизмов. Москва : Наука, 1988. 640 с.

142. Шаумян Г. А. Комплексная автоматизация производственных процессов. М. : Машиностроение, 1973. 640 с.

143. Тернюк Н. Э., Дудукалов Ю. В., Федченко В. В., Гладкая Н. Н. Системно-процессное моделирование технических систем в GALS–технологиях. *Открытые*

инфомационные и компьютерные интегрированные технологии : сбор. науч. трудов НАКУ «ХАИ», 2011. №49. С. 124-133.

144. Тернюк Н. Э., Федченко В. В., Гладкая Н. Н., Красноштан А. М. Прогнозирование структурных характеристик и исследование закономерностей развития транспортных систем. *Вісник Хмельницького національного університету*, 2011. №6. С. 151-154.

145. Федченко В. В. Забезпечення ефективності експлуатації засобів транспорту методом комплексної оптимізації та інтелектуалізації їх систем : автореф. дис. … канд. техн. наук : 05.22.20, Харків. 2013. 22 с.

146. Сорокин В. Ф., Тернюк Н. Э. Направленный синтез гибких технологических систем высокой и сверхвысокой производительности *Вопросы проектирования и конструкций летательных аппаратов* ; спец. вып. "Новые технологии в машиностроении". Х. : НАКУ «ХАИ», 2008. №3 (54). С. 110-115.

147. Александров Е. Е., Кузнецов Б. И, Радишевский А. И., Тернюк Н. Э. Оптимизация электромеханических систем с упругими элементами. Х. : ИМИС, 1995. 304 с.

148. Перепелица Б. А. Отображения аффинного пространства в теории формообразования поверхностей резанием. Х. : Высшая школа, 1981. 152 с.

149. Тернюк И. А., Сорокин В. Ф. Применение дискретно-континуальных 3D-моделей кластеров блокирующих контуров при проектировании технологических маршрутов обработки лопаток моноколес компрессоров и турбин ГТД [Текст]. *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии*. Х. : НАКУ «ХАИ», 2016. №72. С. 249-259.

150. Щукин В. С. От Человека разумного *(Homo sapiens)* к Человеку долгоживущему *(Homo diuviventium)* – через злокачественную трансформацию клетки. Теоретическое обоснование предполагаемого естественнонаучного открытия эволюционного значения. К. : Информ. -аналит. агенство, 2018. 218 с.

151. Огородник І. М., Висоцька О. В., Сліпченко М. І., Тернюк М. Е. Обґрунтування принципів дії та визначення основних параметрів діагностично-

оздоровчого комплексу «Quanton». *Radioelectronics & Informatics Journal*. 2019. No 3(86). P. 50-58.

152. Методические и аппаратные средства современной интегральной медицины: комплекс медицинский экспертный (КМЭ). http://medin.dp.ua/PublikatsiyitaNaukoviOsnovy

153. Ogorodnyk I. Ensuring a specified reliability level of complex spectral-binary diagnostics by the «Quanton» method. *Technology audit and production reserves*. 2019. No 2/2(46). P. 32-36.

154. Контактний пристрій діагностичного приладу: Патент України №137450: МПК (2019.01) A61H 39/00 / І. М. Огородник, Ю. І. Огородник, В. В. Крутов, В. П. Семенов, М. Е. Тернюк; заявл. 22.03.2019 ; опубл. 25.10.2019, Бюл. №20. 6 с.

155. Тернюк Н. Э., Котляров Б. С. Новый подход к определению атрибутов деталей машин. *Вісник Харківского національного технічного університету сільского господарства*, Харків, 2005. Вип.3., «Техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні». С. 210-213.

156. Ogorodnyk I., Vysotska O., Ternyuk M., Bilovol H. Development of the method of structural and parametric synthesis of the Quanton diagnostic and health complex. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. No 4/9 (100). P. 42-51.

157. Огородник І. М., Висоцька О. В., Крутов О. В. Оптимізація по критерію продуктивності діагностично-оздоровчого комплексу «Quanton». *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. Харків, 2019. № 2(90). С. 137-146.

158. Прибор Spark Z4-a – портативный электронный программируемый генератор электромагнитных колебаний. http://olvianova.com.ua/docs/SparkZ4a.pdf

159. Полякова А. Г. Влияние низкоинтенсивных электромагнитных излучений микроволнового диапазона на фундаментальные аспекты жизнедеятельности организма в процессе медицинской реабилитации. Медицинский Альманах. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-nizkointensivnyh-elektromagnitnyh-izlucheniy-mikrovolnovogo-diapazona-na-fundamentalnye-aspekty-zhiznedeyatelnosti

160. Поддубная О. А. Влияние КВЧ-терапии на структуру желчи больных хроническим холециститом в сочетании с описторхозом. Кафедра восстановительной медицины, физиотерапии и курортологии ФПК и ППС; ГБОУ ВПО СибГМУ Минздрава России, Томск URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-kvch-terapii-na-strukturu-zhelchi-bolnyh-hronicheskim-holetsistitom-v-sochetanii-s-opistorhozom

161. Чуян Е. Н., Раваева М. Ю., Бирюкова Е. А. Низкоинтенсивное электромагнитное излучение крайне высокой частоты оказывает антиоксидантное действие в условиях острого стресса. Симферополь, *Russian journal of physical therapy, balneotherapy and rehabilitation*. 2016. 15(2) https://cyberleninka.ru/article/n/nizkointensivnoe-elektromagnitnoe-izluchenie-krayne-vysokoy-chastoty-okazyvaet-antioksidantnoe-deystvie-v-usloviyah-ostrogo-stressa

162. Лебедева Н. Н., Сулимова О. П. Модифицирующее действие ММ-волн на функциональное состояние ЦНС человека при моделировании стресса. *Миллиметровые волны в биологии и медицине*, 1994. №3. С. 16-21.

163. Рубин В. И., Белъская Н. А., Вайнер Г. Б. Влияние КВЧ излучения на стуктурно-функциональное состояние мембраны клетки и ее окислительные процессы у больных ИБС. *Миллиметровые волны в биологии и медицине* : сб. статей. М., 1991. Т. 1. С. 246-255.

164. Дурнов Л. А. Квантовая терапия в онкологии. Экспериментальные и клинические исследования: Методич. рекомендации для врачей / Л. А. Дурнов и соавт.— М., 2002.

165. Улащик В. С. Высокочастотная электротерапия в экспериментальной и клинической онкологии. Рецензируемый научно-практический журнал: *Здравоохранение. Healthcare*. №11 (ноябрь) 2014 / Онкология

ДОДАТКИ

Додаток 1

Перелік умовних позначень

EDA – електродермальна активність;

SSR – симпатична реакція шкіри;

ЕКГ – електрокардіограма;

ЕЕГ – електроенцефалограма;

ЕМГ – електроміограма;

ФПГ – фотоплетізмограма;

БЗЗ – біологічний зворотний зв'язок;

EIV – метод електропунктури Р.Фоля;

ВРТ – вегетативно-резонансний тест;

ПЗП – постійний запам’ятовуючий прирій;

СД – спектрально-динамічні (маркери);

КМЕ – Комплекс Медичний Експертний;

ТМР – транс-мембранний потенціал;

НВЧ – надвисокі частоти;

ЕМВ – електромагнітне випроміювання;

МРТ – мікрохвильова резонансна терапія;

ПТСР – посттравматичний стресовий розлад;

ГГц – гігагерц:

МГц – мегагерц;

ЧПУ – числове програмне управлння;

САПР – система автоматизованого проектування;

АСТПВ – автоматизована система технологічної підготовки виробництва;

ГАВ – гнучке автоматизоване виробництво;

ЖЦ – життєвий цикл технічних засобів;

Д – фазовий цикл інтелектуальної діяльності;

П – цикл проектування;

В – цикл виготовлення;

С – цикл сертифікації;

З – цикл збуту;

Н – цикл налагодження і навчання;

Ф – цикл функціонування (виконання заданої роботи);

Р – цикл ремонту;

О – цикл обслуговування;

М – цикл модернізації;

Л – цикл утилізації технічних об’єктів;

S – система;

П – параметр;

Ц – цикл;

$О_д$ – основні дії;

$В_д$ – допоміжні (підготовчі та заключні) дії;

$П_р$ – простої;

$І_с$ – прийом виключення;

$У_м$ – прийом зменшення;

$С_м$ – прийом суміщення;

$У_в$ – прийом збільшення;

$Р_д$ – прийом розділення;

V – швидкість дії;

N – потужність;

Т – тривалість циклу;

F, f – функції;

УП – цикл управління;

ПН – цикл переналагодження;

МД – цикл модернізації;

ТП – типова перебудова;

ІП – інноваційна побудова;

Р – ручний рівень технізації ;

М – механізований рівень технізації;

А – автоматизований рівень технізації;

І – інтелектуалізований рівень технізації;

У – розумний рівень технізації;

С – здатний до самоорганізації;

В – здатний до самовідтворення;

q – ймовірність;

V – напруга;

М – матриця;

r – вектор.

Додаток 2

INTERNATIONAL ACADEMY OF SCIENCES AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

МІЖНАРОДНА АКАДЕМІЯ НАУК І ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Україна, 03148, м. Київ, Бульвар Кольцова, 14-Е
Тел./ факс +38 044 278 18 58, +38 099 792 75 44, E-mail : imisnet@ukr.net

Вих. 124/1 від 25.11.2019 р.

ДОВІДКА
про впровадження результатів дисертаційного дослідження здобувача наукового ступеня кандидата технічних наук Огородника Ігоря Миколайовича.

Цим посвідчується, що в розробки Міжнародної академії наук і інноваційних технологій впроваджені наступні результати досліджень Огородника І.М.:

1. Метод спрямованого синтезу комплексно оптимізованих біомедичних систем з використанням інформаційних інваріантів та проведенням енергетичного аудиту.
2. Пристрій – багатоконтактний датчик для забезпечення електричного контакту з біологічно активними точками пальців.

Президент МАНІТ М.Е.Тернюк

Додаток 3

Centrum Aurana
Eryka Ogorodnyk
ul. Śródziemnomorska 11/4
02-758 Warszawa
NIP: 9221978950. REGON: 060531110

Centrum Aurana

Warszawa, ul.Śródziemnomorska 11/4 15.09.2019

Zaświadczenie #3

o wprowadzeniu do wykonywania zabiegów

urządzeń **Quanton A1 i A2**

Na podstawie patentów Ukrainy №128776; №137450; №137452, Prawa Autorskiego oraz zaświadczeń medycznych o efektywności działania Technologii Quanton, w celu zwiększenia efektywności usług i zmniejszenia czasu terapii wprowadzam urządzenia Quanton A1 i Quanton A2 jako indywidualne mobilne aparaty terapeutyczne do wykonywania zabiegów.

Eryka Ogorodnyk_____

Додаток 4

BioNeuroTec©

Route de Vevey 100 1807 Blonay Switzerland

INVITATION LETTER

To whom it may concern

The Bioneurotec SARL, registered company of Switzerland in the Canton Vaud, hereby invites **Mr. Igor Ogorodnyk** (Ukrainian passport: FG105417) to visit us from the 15th of July to the 25th of July 2019. Mr. Ogorodnyk is the head of the department of innovative medical technology of the International Academy of Sciences and innovative technologies (address: Koltsova Boulevard, 14-E, Kyiv, Ukraine, 03148) The department of Innovative Medical Technology of the International Academy of Sciences and innovative technology is in the process of elaborating a joint international project together with Bioneurotec SARL in the field of Bioresonance and Neuroscience. For this purpose it is important that the structure and existing methodologies of this technology are presented and discussed in person at the headquarters of Bioneurotec SARL.

Sincerely

Dr. Eva Otzen-Wehmeyer

(CEO of Bioneurotec SARL)

BioNeuroTec GmbH
Telephon: +41 21 943 3307
www.bioneurotec.ch

Rte de Vevey 100
eva.otzen@gmail.com

CH-1807 Blonay- Schweiz
Mobil: +41 78 7 141415

Додаток 5

(переклад)

ЛИСТ-ЗАПРОШЕННЯ

Bioneurotec SARL, зареєстрована в Швейцарії компанія в кантоні Во, справжнім запрошує г-на Ігоря Огородника (український паспорт: FG105417) відвідати нас з 15 липня по 25 липня 2019 року.

Г-н Огородник - завідувач відділом інноваційних медичних технологій Міжнародної академії наук та інноваційних технологій (адреса: бульвар Кольцова, 14-Е, м Київ, Україна, 03148)

Відділ інноваційних медичних технологій Міжнародної Академії Наук та інноваційних технологій знаходиться в процесі розробки спільного міжнародного проекту спільно з Bioneurotec SARL в області біорезонансу і неврології. Для цього важливо, щоб структура та існуючі методології цієї технології були представлені і обговорювалися особисто на штаб-квартирі Bioneurotec SARL.

Додаток 6

ЗАТВЕРДЖУЮ
Генеральний директор
ООО ПНЛФ «Фенікс»
_____ Богдан Н.А.
«13» лютого 2020 р.

АКТ
клінічної апробації

1. Найменування пропозиції для клінічної апробації: «Діагностично-оздоровча система QUANTON»

2. Ким запропоновано: Огородник І.М._____

3. Де і коли проведено клінічну апробацію: з 16.01.2019 г. по 24.01.2020 р,. ООО ПНЛФ «Фенікс», м. Харків.

4. Загальна кількість спостережень: 26_____

5. Результати застосування способу:

Позитивні (кількість спостережень): 24_____

Не визначені (кількість спостережень): 0_____

Негативні (кількість спостережень):2_____

Таким чином, позитивний результат складає 92,5%.

6. Ефективність впровадження: підвищення якості лікувально-діагностичного процесу.

7. Зауваження, пропозиції: немає.

Відповідальний за впровадження

Заступник генерального директора
ООО ПНЛФ «Фенікс» _____ Щукін О.Д.