

## ОПТОЕЛЕКТРОННА СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО ВИМІРЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

В статті представлено результати обґрунтування методу функцій переваг для визначення стану інтегрованої методології створення оптоелектронних систем для медичного застосування. Проаналізовано шляхи, які надають інтегрований характер методології створення оптоелектронних систем для медичного застосування. Також в роботі розглянуто фізичні основи оптоелектронної системи дистанційного вимірювання біологічних об'єктів та поєднано методи діагностики, з метою покращення отриманої інформації про стан організму людини на мікрорівні. Розглянуто відомі потенційно ефективні методи медичних діагностичних алгоритмів. Представлено функціонально-логічну модель інтегрованої методології та обрано блок-схему оптоелектронної системи для подальшої реалізації.

**Ключові слова:** оптоелектроніка, радіотехнічні системи, методи застосування, медико-біологічна методологія, фізико-хімічна методологія, інтегрована методологія, метод функцій переваг, дослідження, дистанційне вимірювання.

K.O. SACHIK, M.F. BOGOMOLOV, Y.V. SAVENKO

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

## OPTOELECTRONIC SYSTEM OF DISTANCE MEASUREMENT OF CHARACTERISTICS OF BIOLOGICAL OBJECTS

The article presents the results of the substantiation of the method of the advantages functions for determining the state of the integrated methodology of optoelectronic systems for medical use. The method of the advantages of determining the state of the integrated methodology for the creation of medical diagnostic systems is characterized by the universality of the mathematical apparatus for all components (medical-biological, physical-chemical and engineering) of the integrated methodology, which allows to determine the condition and reasons for not performing individual elements of the integrated methodology.

The method of the advantages function is characterized by simplicity and clarity from the point of view of the information, on the basis of which a certain beneficial function is constructed, which allows to analyze integrated methodologies with an arbitrary structure of the functional scheme and provides an opportunity to extend the class of such methods by creating new functions of advantages.

The ways of providing an integrated nature of the methodology of optoelectronic systems for medical use are analyzed. Also, the physical principles of the optoelectronic system of remote measurement of biological objects and the methods of diagnostics are combined with the aim of improving the information obtained about the state of the human organism at the micro level. There are protocols for European and American standards that provide frequency ranges that we accept for a particular radar system. In the article it is considered that the ranges of frequencies from 2400 to 2425 MHz which are allowed for medical application are chosen. The detailing of the logical scheme occurs with the inclusion of methods of mathematical statistics at each stage of the methodology, taking into account the limitations of medical, biological, physical and radio-technical nature. The known potentially effective methods of medical diagnostic algorithms are considered. The functional-logical model of the integrated methodology is presented and the block diagram of the optoelectronic system for further realization is chosen.

**Key words:** optoelectronics, radio-engineering systems, methods of application, medical-biological methodology, physico-chemical methodology, integrated methodology, method of advantages functions, research, remote measurement.

Вивчення стану клінічної діагностики патології організму людини на мікрорівні, зокрема томографічної діагностики онкологічних захворювань, патологій головного мозку та серцево-судинних патологій дозволяє стверджувати, що створення радіотехнічних систем для медичних застосувань суттєво відстає від появи нових викликів в галузі охорони здоров'я [1].

Сучасні електронні компоненти дозволяють створювати малогабаритну, економічну та надійну електронну апаратуру. Центральне місце займають оптоелектронні пристрої, а саме оптоелектронні системи дистанційного дослідження. Ці системи використовують електромагнітне випромінювання оптичного діапазону для приймання, обробки, передачі та відображення інформації [2]. Існують протоколи європейського та американського стандартів, що забезпечують діапазони частот, які ми приймаємо для певної радіолокаційної системи. Було обрано діапазони частот від 2400 до 2425 МГц, який дозволений для медичного застосування.

Створення радіотехнічних, зокрема оптоелектронних систем для медичного застосування відбувається на окремих етапах з відповідними для них методологіями. Інтегрована методологія створення оптоелектронної системи дистанційного вимірювання характеристик біологічних об'єктів має наступні етапи: медико-біологічний, фізико-хімічний та інженерний етапи. Виконання етапів характеризується високою ступеню розінтегрованості та специфічності методологій [3].

Вирішення проблеми може бути шляхом інтегрування етапів із визначеною послідовністю та інтегрування методології, а саме медико-біологічної, фізико-хімічної та інженерної методології.

Система медичного обслуговування в закладах охорони здоров'я може бути представлена структурною схемою (рис.1) [4]. Ця система містить в собі алгоритмічне забезпечення (АЗ) і програмне забезпечення (ПЗ).



Рис. 1. Структура системи медичного обслуговування

Для потреб охорони здоров'я із врахуванням структури системи медичного обслуговування (лікування і діагностики) застосовують регламентовані методи, методики та інструкції – протоколи діагностики та лікування. До поширених в медичній практиці для діагностики онкологічних захворювань, патологій головного мозку та серцево-судинних патологій можна віднести: фонографія, електрокардіографія, рентгенографія, ультразвукова діагностика, електроенцефалограма, комп'ютерна томографія та ін.

В якості методу визначення стану інтегрованої методології створення оптоелектронних систем для медичного застосування використано метод функції переваг. Цей метод дозволяє оптимізувати кількість контрольованих параметрів і встановити черговість їхнього контролю.

#### Метод функції переваг

Метод функції переваг базується на послідовному аналізі деякої функції переваги, зміст якої обумовлений характером і обсягом наявної інформації про інтегровану методологію. Метод, побудований на такій основі буде відрізнятися простотою і чіткістю з точки зору врахування інформації, на основі якої певна функція переваги побудована.

Для пошуку невиконаного елемента інтегрованої методології без оцінки виконання інтегрованої методології максимальну кількість інформації дає контроль параметру, який розділяє всі можливі стани на дві рівні частини. Тоді функція переваг має вигляд:

$$W_4(z_i) = \min_{i \in N} \left| \sum_{j=1}^N S_0(ij) - \sum_{j=1}^N S_1(ij) \right|, \quad (1)$$

де  $S_1(ij) = 1$ , якщо величина  $ij$ -го елемента таблиці дорівнює 1, і  $S_0(ij) = 0$ , якщо ця величина дорівнює 0.

Функціонально-логічну модель інтегрованої методології представлено на рис. 2. Функціонально-логічні елементи відповідають методам або методикам, що використовують певні галузі медицини, біології, фізики та радіотехніки. За функціонально логічною схемою будується матриця станів. Аналіз матриці станів проведено методом функції переваг В результаті аналізу отримуємо алгоритм пошуку критичного елемента (методу або методики) не виконання інтегрованої методології

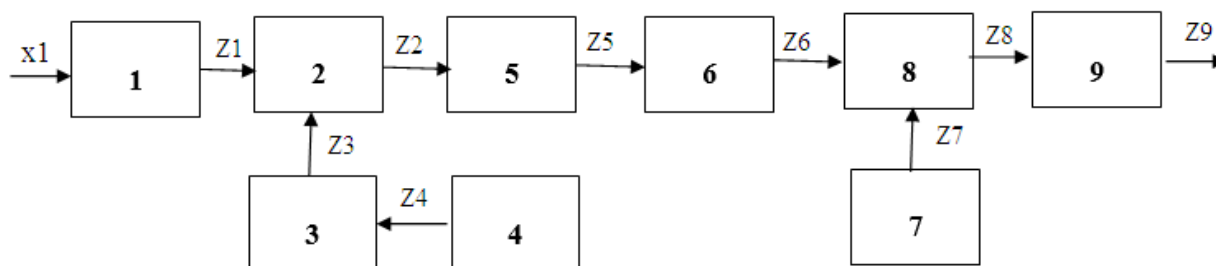


Рис. 2. Функціонально-логічна модель інтегрованої методології

На підставі побудови функціонально-логічної схеми визначають множину всіх можливих станів інтегрованої методології. Загальна їх кількість дорівнює  $2^N - 1$ , де  $N$  – кількість елементів функціонально-логічної схеми. Однак, за умови високої надійності складових частин інтегрованої методології та дотримання певних правил під час її виконання одночасна поява двох нелажних невиконаних окремих методології малоімовірна.

Деталізація логічної схеми відбувається із включенням методів математичної статистики на кожному етапі методології із врахуванням обмежень медичного, біологічного, фізичного та радіотехнічного характеру. Класифікація методів математичної статистики представлено на рис. 3 [4].



Рис. 3. Структурна схема алгоритмів математичного забезпечення

Відомі потенційно ефективні методи медичних діагностичних алгоритмів: метод Стьюдента; імовірнісний метод, що складається в обчисленні ймовірностей захворювань за формулою Байєса; метод послідовного статистичного аналізу Вальда; метод пошуку клінічного прецеденту (іменований іноді "статистичним методом"); метод фазового інтервалу, заснований на поділі багатовимірних розподілів ознак на зони, відповідні здоровому і хворому організму; метод логічного базису - відрізняється від методу фазового інтервалу використанням апарату математичної логіки для метризації простору ознак.

Для реалізації поставленої задачі в результаті аналітичного огляду обрано таку блок-схему оптоелектронної системи (рис.4)[5].

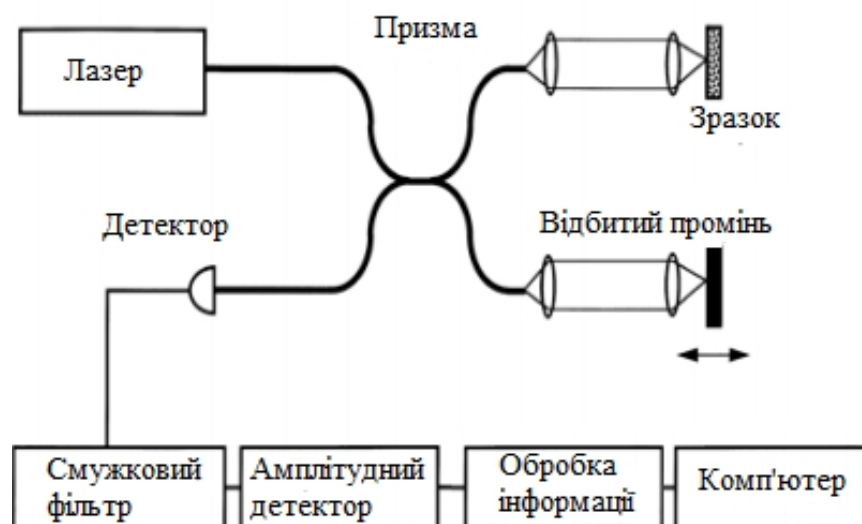


Рис. 4. Блок-схема дистанційного вимірювання

#### Висновки

З використанням дистанційної оптоелектронної системи в роботі було досліджено модель біологічного середовища на мікрорівні, оскільки оптоелектроніка представляє собою перспективне напрямлення мікроелектроніки. Використовуючи обрані методи діагностики було визначено математичні параметри та характеристики біологічного середовища.

Метод функції переваг визначення стану інтегрованої методології створення медико-діагностичних систем характеризується універсальністю математичного апарату для всіх складових (медико-біологічної,

фізико-хімічної та інженерної) інтегрованої методології, що дозволяє визначити стан та причини не виконання окремих елементів інтегрованої методології.

Метод функції переваг характеризується простотою і чіткістю з точки зору врахування інформації, на основі якої певна функція переваги побудована, що дозволяє аналізувати інтегровані методології з довільною структурою функціональної схеми та надає можливість розширення класу таких методів за рахунок утворення нових функцій переваг.

За рахунок використання оптоелектронних сенсорів реєстрації біомедичних сигналів, які працюють в інфрачервоному та червоному діапазонах забезпечується абсолютно безпечне та комфортне діагностування різних вікових груп і фізичного стану населення (включаючи дуже важких хворих, наприклад, після аварії, опіків і т.і.) безпечні умови праці обслуговуючого персоналу та підвищується якість медичного обслуговування.

Галузь застосування таких систем : лікарні, діагностичні центри, кабінети функціональної діагностики на базі сучасної обчислювальної та оптоелектронної техніки для оперативної діагностики ССС і створенням бази даних на кожного пацієнта, кабінети фізичних процедур та мануальної терапії.

Отже, як висновок можна сказати, що інтегрування дозволяє покращити процес створення оптоелектронної системи для оперативного урахування вимог охорони здоров'я, а радіотехнічні методи, що використані, дозволяють поліпшити функціональні особливості, зокрема ранню діагностику.

### Література

1. Савенко Я.В. Переваги функцій методу визначення інтегрованої методології для створення медико-діагностичних систем // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічному процесі, 2016 - 136-140с.
2. Самойлов В.О. Медицинская биофизика: Учебник для вузов – СПб, 2007 г.
3. Савенко Я.В. Інтегрована методологія створення медико-діагностичних систем // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічному процесі., 2015 - 162-166с.
4. Рис У. Г. Основы дистанционного зондирования. / пер. с англ. М.:Техносфера, 2006.–336с.
5. Оптоелектронні прилади і пристрої: Навч. Посібник – М.:Еко-Трандз, 2006. – 272 с.

### References

1. Y.V. Savenko Perevagi funkcij metodu viznachennya integrovanoi metodologii dlya stvorenniya mediko-diagnosticskikh sistem // Vimiryval'na ta obchislyval'na tekhnika v tekhnologichnomu procesi, 2016 - 136-140s.
2. V.O. Samoilov Medicinskay Biofizika: Uchebnik dlya vuzov - St. Petersburg, 2007
3. Y.V. Savenko Integrovana metodologiya stvorenniya mediko-diagnosticskikh sistem // Vimiryval'na ta obchislyval'na tekhnika v tekhnologichnomu procesi., 2015 - 162-166s.
4. Ris U. G. Osnovy distancionnogo zondirovaniya. / per. s angl. M.:Tekhnosfera, 2006.–336s.
5. Optoelektronni priladi i pristroï: Navch. Posibnik – M.:Eko-Trandz, 2006. – 272 s.

Рецензія/Peer review : 23.06.2017 р.      Надрукована/Printed :27.10.2017 р.  
Стаття рецензована редакційною колегією