

## **ДІАГНОСТИКА СТАНУ ОРГАНІЗМУ ПО РОЗПОДІЛУ ТЕПЛОВИХ ПОЛІВ**

Машура А.П.

Науковий керівник – к.т.н., проф. Сакало С.М.  
Харківський національний університет радіоелектроніки,  
каф. КРіСТЗІ, м. Харків, Україна  
тел. +38(057) 702-14-30, e-mail: andrii.mashura@nure.ua

To form requirements to the methods of temperature measurements of biological objects humane body behavior as a dynamic open system has been observed based on stability theory.

Незважаючи на значний прогрес у розвитку техніки та комп'ютерних технологій, медична діагностика більшою мірою є процесом творчості, що мало піддається формалізації. Це обумовлено наявністю складних взаємозв'язків між органами та системами організму, а також його взаємовідносинами із зовнішнім середовищем. Тому на всіх етапах розвитку медицини робилися спроби визначити найбільш інформативні об'єктивні показники, що характеризують стан організму людини. Одним із таких показників є температура. Це зумовлено тим, що між організмом людини як відкритою системою і зовнішнім середовищем встановлюється енергоінформаційний баланс. Усі процеси в організмі: фізичні, хімічні та біологічні призводять до зміни ентропії. Це виробництво відбувається завжди з певною швидкістю – завжди позитивною та рівною нулю в умовах рівноваги. Рівновага означає нормальний стан організму. При захворюванні рівновага енергоінформаційного балансу всередині організму та організму із зовнішнім середовищем порушується, що знаходить своє відображення у порушенні температурного балансу. Причому слід розрізняти два температурні поля. Температура поверхні тіла значною мірою пов'язана з теплообміном із зовнішнім середовищем, і може бути виміряна з високим ступенем точності. Температурні аномалії внутрішнього середовища організму менш залежить від довкілля тобто. є більш інформативними про стан об'єкта, проте їх вимір пов'язаний із технічними труднощами [1].

У сучасній медичній практиці широко використовуються прилади, що реєструють температуру як поверхні, так і всередині організму людини. Однак, інтерпретація результатів вимірювань можлива лише у разі отримання теоретичної моделі, яка описує теплові процеси в організмі людини. З іншого боку, зазвичай вимірювання температури є фіксацією миттєвого її значення, тоді як температура, як показник динамічної системи, постійно змінюється [2]. Для формування вимог до методики проведення температурних вимірів автором пропонується розглянути поведінку організму людини як динамічної відкритої системи на основі теорії стійкості.

Самоорганізація, тобто. спонтанне утворення та розвиток складних

упорядкованих структур – одна з особливостей біологічних систем. Це не суперечить законам термодинаміки, оскільки всі живі біологічні системи є відкритими та обмінюються речовиною та енергією з навколишнім середовищем. Ентропія, що є мірою безладу, може зменшуватися у відкритих системах з плином часу. Необхідна передумова ефектів самоорганізації полягає в наявності потоку енергії, що надходить у систему від зовнішнього джерела та поглинається системою. Завдяки цьому потоку система стає активною і набуває здатності до утворення нових структур. Самоорганізація не є винятковою властивістю біологічних об'єктів (БО) і спостерігається в тій чи іншій формі в неорганічних системах.

Живий організм є складно організованою ієрархією автономних підсистем. Управляючі сигнали верхніх рівнів управління не мають характеру жорстких команд, які підпорядковують собі активність всіх індивідуальних елементів нижчих рівнів. Натомість, від вищих рівнів ієрархії надходять сигнали, які визначають переходи підсистем від одного режиму функціонування до іншого. При цьому існуючі невеликі відхилення від рівноваги створюють стійкі специфічні нерівноважні структури, які називають дисипативними. Нестійкість траєкторій хаотичних систем робить їх надзвичайно чутливими до керування. Ці траєкторії мають властивість з часом потрапляти в околицю будь-якої точки, що належить атрактору нелінійної детермінованої системи.

Виходитимемо з того, що БО (точніше – атрактор, що описує поведінку деякого квазіперіодичного коливання в цьому об'єкті) у стані норми знаходиться в деякому рівноважному стані. Це стан, з одного боку, обмежено граничними можливостями організму, з другого боку, мінімальними потребами підтримки життєдіяльності потенційної енергією. Не будемо розглядати загасаючі коливання – загибель БО. Уявимо собі атрактор у вигляді кульки, яка катається в потенційній ямі. Межі цієї ями характеризують граничні можливості БО (у моделі – граничний цикл атрактора). На кульку впливають зовнішні чинники (навколишнє середовище, режим харчування тощо), які і забезпечують флуктуацію потенційної ями. Отже, на фоні значних квазіперіодичних коливань виникають додаткові хаотичні коливання, які можна розглядати як аналог адаптаційних процесів БО. Крива розподілу цієї енергії для стану норми наведена на рис.1. На рис. 2 показано стан нехронічного та хронічного захворювань. Для стану хвороби максимальна глибина потенційної ями знаходиться вище за стан «норми» Хронічне захворювання характеризується тим, що БО знаходиться в потенційній ямі на рівні або нижче норми. Запропоновані моделі добре збігаються з відомими.

Усі енергетичні процеси в організмі людини відбуваються із виділенням тепла. Отже, можна вважати, що розглянута енергетична модель відображає динаміку температури як організму загалом, так і зважаючи на гомеостаз окремих органів.



Рисунок 1 - Розподіл енергії для нормального стану БО



Рисунок 2 - Розподіл енергії для БО, який знаходиться в стані нехронічного і хронічного захворювання

Температура тіла організму та окремих його органів є динамічним показником, вимір якого відображає миттєвий стан організму. Для вирішення медичних завдань необхідно вимірювати динаміку температури за інтервал часу, що характеризує квант поведінки системи (органу). В силу великої площі теплообміну організму з навколишнім середовищем, більш інформативними, про стан організму (органу) є глибинні температури тіла. Різкі температурні аномалії можуть свідчити як про патології так і про спроби організму до самоорганізації, тобто виходу на нову траєкторію атрактора.

#### Список використаних джерел

1. Сакало С.М., Семенець В.В., Азархов О.Ю. Надвисокі частоти в медицині (терапія і діагностика): Навч. посібник. Харків: ХНУРЕ; Колегіум, 2005.-264 с.
2. Mazurin V.Ya. Medical thermography. Kishinev, Shtiintsa, 1984. 147 р.