

УДК 519.85

А. І. Власюк, к. т. н.;

С. А. Яремко;

Б. А. Власюк, бакалавр

## ВИБІР БАЗОВОЇ МЕДИЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕЛЕМОНІТОРИНГУ

*Проведено аналіз базових медичних технологій автоматизованих віртуальних системах діагностики стану функціонально-енергетичної системи організму людини. Визначено оптимальні базові медичні технології для систем телемоніторингу.*

### Вступ

Розвиток інформаційних технологій в останні десятиліття, зокрема розширення можливостей мережі Internet, привів до прогресу в усіх галузях діяльності людини, зокрема і медицини. Так використання засобів телемоніторингу — постійного, «дистанційного» спостереження за станом людини за допомогою віртуальних систем діагностики з використанням мережі Internet, дає змогу вирішити проблеми своєчасної діагностики та контролю за станом здоров'я людини без відвідування спеціалізованих медичних закладів [1]. Наприклад, система телемоніторингу за станом здоров'я людини «РУНО» [2, 3], дозволяє не тільки отримати миттєвий зріз стану здоров'я людини, а й виявляти на ранніх стадіях захворювання серцево-судинної, дихальної, травної та ендокринної систем. При цьому якість та ефективність роботи систем телемоніторингу не в останню чергу визначаються базовою медичною технологією. Більшість відомих на даний час систем телемоніторингу використовують медичні технології на базі Традиційної китайської медицини (ТКМ) в їх сучасному трактуванні. Це пов'язано з тим, що на відміну від методів західної медицини, яка бореться в основному із симптомами захворювання окремих органів, не відновлюючи при цьому синхронізацію і нормальне співвідношення фізіологічних процесів ТКМ використовує цілісний підхід до визначення функціонального стану здоров'я людини, в основі якого лежить класична методологія оцінки стану акупунктурної системи людини та меридіанів і відновлення рівноваги їх регулятивних відносин, що приводить у свою чергу до відновлення нормального фізичного стану здоров'я людини в цілому.

### Постановка задачі

Аналіз базових медичних технологій [1], заснованих на принципах давньосхідної медицини а також порівняння їх основних параметрів, визначення оптимальної медичної технології для розробки систем телемоніторингу стану функціонально-енергетичної системи людини є головним завданням даної роботи.

### Основна частина

Згідно [4, 5, 6] більшість відомих методів діагностики стану акупунктурної системи людини базуються на вимірюванні таких показників (інформативних параметрів) шкіряного покриву тіла людини в області біологічно активних точок (БАТ):

- електромагнітного випромінювання надвисокої частоти;
- зміни теплочутливості та локальної температури;
- зміни електричного опору при дослідженні постійним або змінним струмом;
- зміни електричного потенціалу.

Розглянемо детальніше кожний із відомих методів.

#### Електропунктурна діагностика за методом Фоля

Р. Фоль в 1960 році запропонував спосіб електропунктурної діагностики функційного стану меридіанів [4, 5]. Основні діагностичні точки для методу Фоля розташовані на тильній та долонній

поверхні рук та тильній і боковій поверхні ніг. Розташування діагностичних точок класичної китайської акупунктури для методу Фоля наведені на рис 1.

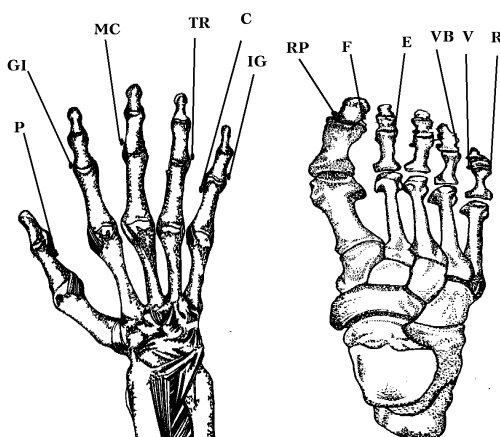


Рис. 1. Діагностичні точки класичної китайської акупунктури для методу Фоля

Діагностика за Фолем полягає у визначенні електропровідності (в умовних одиницях) окремих ділянок меридіана, а також дослідження динаміки встановлення струму в точках акупунктури. При цьому Фоль вважає, що вимірювальний струм, який підводиться до акупунктурної точки, змінюється взаємодіючи з «біоелектричним струмом органу» [4, 5] пов'язаного з даним меридіаном. При тестуванні використовується постійний струм, а провідність вимірюється в умовних одиницях. За даними Р. Фоля, залежність сили струму, що протікає у вимірювальному ланцюзі, залежить від величини тиску електрода-щупа на поверхню шкіри і виглядає, як показано на рис. 2. В точці А (рис. 2а) величина струму  $I_0$  приймається за істинне значення. Кожна акупунктурна точка має свою криву ОАВ і тиск електрода на шкіру може бути різним.

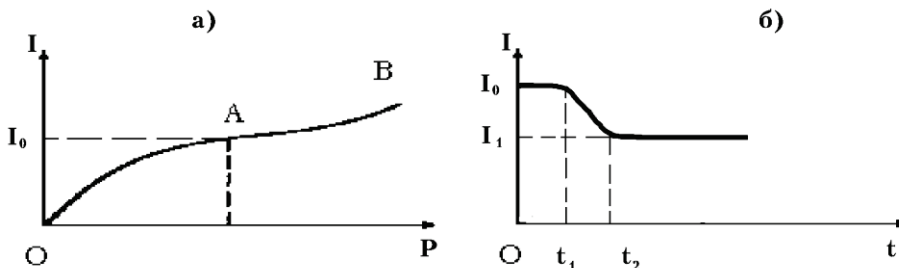


Рис. 2. Залежність струму в вимірювальному ланцюзі від тиску (а), ефект «падіння стрілки» (б)

Якщо, досягнувши точки А, продовжити вимірювання при постійному тиску щупа на шкіру  $P_0$ , отримаємо таку картину (рис. 2б). Значення струму, що вимірюється, починає зменшуватися до деякого значення  $I_1$ . Така ситуація ( $I(t) \neq \text{const}$ ) свідчить про патологію органа або системи, пов'язаної з досліджуваною акупунктурною точкою, і носить назву ефекту «падіння стрілки». Величина  $I_0 - I_1$  відображає ступінь патологічного процесу або його інтенсивність. Як правило,  $t_1 < 3$  с,  $t_2 < 30$  с. У нормі  $I_0$  не залежить від часу і дорівнює 50—60 одиницям шкали приладу, що відповідає 5,5 — 7,0 мкА в ланцюгу електрода АТ.

### Тест Акабане

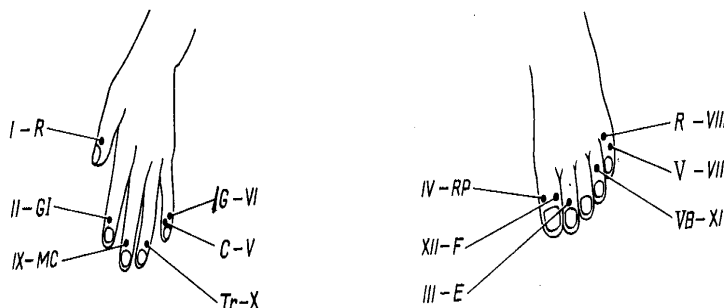


Рис. 3. Діагностичні точки для методу Акабане

Даний метод використовується для оцінки рівня енергетичних процесів в меридіанах. Суть даного методу, запропонованого японським лікарем К. Акабане і модернізованого чеським лікарем В. Кайдошем [4], полягає в тому, що запалена полинна цигарка або спеціальна курильна паличка тримається на відстані 1 см. від 12 дистальних точок входу—виходу меридіанів (рис. 3).

Секундоміром фіксується час, протягом якого, за словами хворого, тепло перетворюється в жар. Підвищення теплочувливості вказує на надлишок енергії в

меридіані, а пониження на її нестачу. Таким чином використовується феномен зміни больової чутливості, яка є фундаментальною властивістю організму людини. Поріг больового відчуття, який вимірюється на шкіряному покриві, тісно пов'язаний з станом внутрішніх органів і змінюється при їх патології. Незважаючи на високі оцінки фахівців і свої позитивні сторони — високу повторюваність результатів, вірогідність і простоту — метод Акабане не одержав широкого поширення через проблеми, зв'язані з технічними труднощами проведення тестування. Стан змінився після створення дешевого і надійного приладу для визначення порогів болю (ПБ), з використанням комп'ютерної техніки, яка дозволяє миттєво проводити складну математичну обробку. В результаті був створений метод варіаційної термоалгометрії [2, 3]. Метод варіаційної термоалгометрії став базовою медичною технологією діагностичної системи «РУНО» яка розроблена в Центрі медичного телемоніторингу (м. Москва). Основний напрямок діяльності центру — розробка технологій ранньої діагностики патологічних процесів і динамічного спостереження за станом здоров'я населення. Основними перевагами базової медичної технології — термоалгометрії можна назвати такі [2, 3]:

— метод не чутливий до електричних перешкод, до дрібних порушень цілісності шкіряного покриву та не вимагає точного визначення локалізації БАТ;

— тепловий вплив, що є фізіологічним подразником, не порушує функцію БАТ;

— для методу характерна висока повторюваність результатів. Спеціально проведені дослідження дозволили вибрати оптимальну потужність впливу, при якій досягається повторюваність результатів 1,5...2 % і локалізацію максимально інформативних вимірювальних точок [2, 3].

В процесі дослідження методом варіаційної термоалгометрії вимірюються ПБ в 40 БАТ, розташованих в дистальних фалангах пальців рук та ніг — 24 точки входу-виходу парних меридіанів (аналогічні діагностичним точкам методу Акабане, рис. 3) та в 16 початкових точках «меридіанів дегенерації» за методом Фоля.

#### Діагностика за методом Накатані

В 1956 році японський вчений І. Накатані описав метод інструментальної діагностики енергетичного стану меридіанів, названий ним методом «ріодораку» (від яп.: *гіо* — добре, *до* — (електро) провідність, *гаку* — лінія) [4—7]. За даними Накатані на шкірі людини є лінії підвищеної електропровідності, що збігаються з класичними меридіанами. Як і класичних меридіанів ліній ріодораку — дванадцять. Накатані присвоїв кожній лінії номер та початкову літеру *H* і *F* (від англ. *hand* — рука і *foot* — нога). Було встановлено, що на кожному меридіані існує так звана репрезентативна точка вимірювання, стан якої визначає стан меридіана в цілому. Більшість цих точок розташовані в області променевого суглоба і в області стопи (рис. 4).

Дослідження АТ проводять послідовно з реєстрацією показників протягом 2—8 с. в кожній із

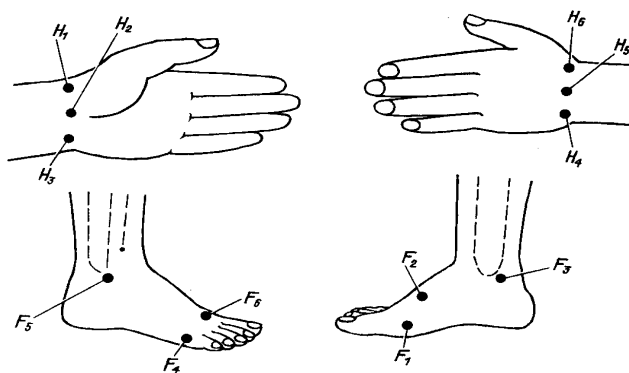


Рис. 4. Діагностичні точки для методу Накатані

24 точок. Вимірювання проводяться при силі струму 200 мкА та напрузі 12 В. Отримані результати вимірювань заносять в спеціальну карту ріодораку [5], (R-таблицю, розроблену І. Накатані в результаті аналізу значень електропровідності ріодораку у здорових людей). Якщо дані діагностування виходять за рамки «фізіологічного коридору здоров'я», це свідчить про пригнічення або збудження даного меридіана.

### Функційний контроль стану нервової системи по В. Макацу

Метод функційної біоенергодіагностики стійкості вегетативної нервової системи запропонований доктором медичних наук В. Г. Макацом [6] є оцінкою функційно-енергетичного гомеостазу організму, шляхом визначення біоелектричної активності його окремих функційних систем і їх взаємозалежної динамічної рівноваги.

Процедура проведення функційної біоенергодіагностики така [8]:

- локалізується місце розташування репрезентативних енергозон (рис. 5);
- готується прилад «ВІТА-01-М» для проведення діагностики функційно-енергетичної рівноваги організму;
- готуються діагностичні електроди «донори» і «акцептор» електронів.

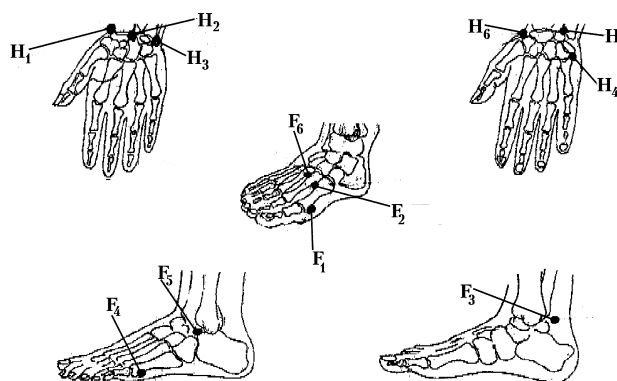


Рис. 5. Репрезентативні енергозони для проведення діагностики функційно-енергетичної рівноваги організму

Електрод акцептор електронів («А») — вигнута пластинка зі спеціального сплаву, попередньо покрита окисною плівкою. Цей електрод розташовується в середній мезогастральній ділянці («0» — зона, область пупка) з навантаженням в 80—90 г для забезпечення стабільних умов обстеження.

Електроди донори електронів («Д») — у вигляді посріблених здвоєних щупів діаметром 3 мм, розташовані в ебонітових чашечках діаметром 1—1,5 см, заповнених поролоновими прокладками. Ці прокладки перед проведенням діагностики зволожуються теплою водою або фізіологічним розчином.

В процесі тестування електроди «Д», з незначним тиском (на рівні дотику) одночасно контактують з кожною парою симетричних енергозон протягом 1—2 с. Через кожні три контакти з шкірою, електроди «Д» повторно змочуються в заздалегідь підготовленому розчині.

Порядок проведення біоенергодіагностики такий.

Спочатку проводиться тестування симетричних репрезентативних енергозон верхніх кінцівок (H), а потім — нижніх (F). Починають тестування з  $H_1$  до  $H_3$ . Потім руки розташовують на грудях долонями вниз і таким же чином тестуються зони  $H_4$ ,  $H_5$  і  $H_6$ . Аналогічно тестують енергозони ступні від  $F_1$  до  $F_6$ . Отримані з симетричних енергозон дані в мкА (дванадцять абсолютних показників  $H_1—H_6$ ,  $F_1—F_6$ ) заносяться в спеціальну карту біоенергодіагностики.

Подальшим етапом стане проведення нормування вимірювальної інформації. Нормування проводиться згідно з виразом

$$A_i = \frac{H_i(F_i)}{\sum_{i=1}^6 H_i + \sum_{i=1}^6 F_i} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

де  $A_i$  — активність  $i$ -го меридіана;  $H_i(F_i)$  — біоелектричні потенціали репрезентативних АТ рук (ніг).

Отримані результати активності меридіанів порівнюються з моделлю норми—патології [6] і робиться відповідний висновок про стан меридіана та акупунктурної системи в цілому.

Спосіб експрес-діагностики функційних змін організму людини створений у 2001 р. директором Вінницького центру інформаційної медицини Галаганом О. Я. [9]. Він полягає у вимірюванні біопотенціалів з 12 пар акупунктури міні-меридіанів за Давньосхідною системою відповідності організму людини на руці і нозі «Су-Джок» (в перекладі з корейського Су — кисть, Джок — стопа). Діагностування здійснюється з другого і третього пальців обох рук, до яких кріпляться датчики «донори електронів», що зафіксовані на репрезентативних точках меридіанів (рис. 6). На долонях розміщуються датчики акцептори електронів. Використання датчиків із різномірних матеріалів дає змогу усунути вплив тестових струмів під час діагностування.

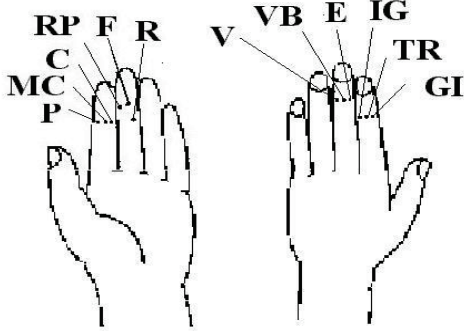


Рис. 6. Репрезентативні точки експрес-діагностики функціональних змін організму людини

збільшити інформативність та зменшити кількість точок вимірювання за рахунок зняття даних із 7-ми ЕЦ у порівнянні з 12-ма акупунктурними точками при меридіанній діагностиці в існуючих методах діагностування (рис. 7).

Процедура діагностування за допомогою інформаційно-вимірювальної системи здійснюється таким чином:

- людина сідає в зручному положенні, намагаючись досягти стану спокою і розслаблення;
- локалізується місце розташування енергетичних зон;
- готується прилад для проведення вимірювання біопотенціалів енергетичних зон.

Позитивні електроди представляють собою комплект із семи сенсорів у прозорому діелектричному матеріалі розміром 20×15×10 мм, виконаних з міді округлої форми розміром 2×2 мм. До пальця вони фіксуються пружинним матеріалом. Негативний електрод виготовлений із цинку округлої форми діаметром 15 мм кріпиться у центрі долоні кільцевим металевим фіксатором. В даній системі позитивні та негативні електроди виготовлені теж із різномірних матеріалів, що дає змогу електронам вільно переміщуватись від донора до акцептора і не вимагає застосування зовнішнього джерела струму.

На вказівному пальці руки розміщують комплект електродів для зняття біопотенціалів так, щоб центри енергетичних зон збігалися з сенсорами позитивних електродів, негативний електрод закріплюють на долоні. Зняті і підсилені сигнали обробляються за допомогою ПК і через невеликий проміжок часу результати діагностування, що порівнюються із моделлю норми—патології, розробленої на основі статистичних даних, відображаються на екрані монітора або компактному рідкокристалічному екрані.

Математичну модель норми-патології активності чакральної системи людини можна записати у вигляді

$$\begin{cases} A_{\min 1} \leq A_1 \leq A_{\max 1}; \\ A_{\min 2} \leq A_2 \leq A_{\max 2}; \\ \dots\dots\dots \\ A_{\min 6} \leq A_6 \leq A_{\max 6}, \end{cases} \quad (2)$$

де  $A_{\min i}$ ,  $A_{\max i}$  — мінімальні та максимальні значення активності чакри;  $A_i$  — номінальне значення активності чакри.

При цьому стан чакри класифікується як:

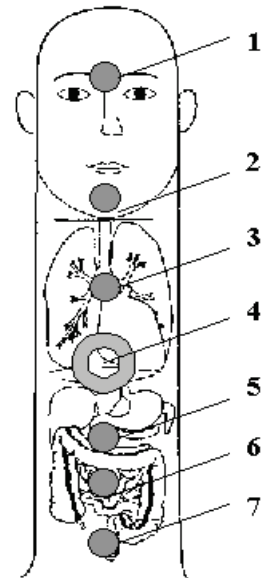


Рис. 7. Зони діагностування чакрального методу діагностування

— «НОРМА» — визначений параметр активності потрапляє в інтервал  $[A_{\min i}; A_{\max i}]$  норми активності;

— «ПРИГНІЧЕННЯ» — визначений параметр активності потрапляє в інтервал  $]0; A_{\min i}[$  норми активності;

— «ЗБУДЖЕННЯ» — визначений параметр активності потрапляє в інтервал  $]A_{\max i}; \infty [$  норми активності.

Використовуючи наведену вище модель норми чакральної системи людини методами математичної статистики можна привести ідентифікацію числових характеристик моделі норми для чакрального методу оцінки стану здоров'я людини.

Таким чином розглянуті методи діагностування функціонального стану організму людини дозволяють зробити порівняльний аналіз їх основних параметрів для вибору найоптимальнішого для використання при створенні систем телемоніторингу. Результати порівняння зручно представити у вигляді таблиці.

**Порівняльна характеристика методів діагностування функціонального стану здоров'я людини**

Показники	Методи апаратного визначення функціонального стану здоров'я людини					
	Метод Акабане	Метод Фоля	Метод Накатані	Метод біоенергодіагностики	Метод Су-Джок	Метод чакральної діагностики
Інформативний параметр	Теплова чутливість	Електропровідність	Електропровідність	Біопотенціал	Біопотенціал	Біопотенціал
Обумовленість моделі норми—патології	Відсутня	Відсутня	Низька	Висока	Потребує подальших досліджень	Потребує подальших досліджень
Вплив системи на ОК	Незначний	Значний	Значний	Незначний	Незначний	Незначний
Можливість автоматизації	Відсутня	Обмежена	Обмежена	Обмежена	Існує	Існує
Технологічна складність вимірювання	Значна	Значна	Значна	Значна	Невелика	Мінімальна

### Висновки

Модифікація відомих методів діагностування, дозволяє успішно використовувати їх для створення сучасних систем телемоніторингу. Про це свідчить успішна розробка та експлуатація системи телемоніторингу на базі методу варіаційної термоалгометрії [2]. На жаль кількість абонентів даної системи є комерційною таємницею, але перспективність її сумніву не викликає. Аналізуючи основні параметри відомих методів діагностування, можна зауважити, що найбільш придатними для проведення телемоніторингу є методи діагностування, що мають обумовлену модель норми—патології — це методи біоенергодіагностики, діагностики за методом Су-Джок та чакральної діагностики. Використання методу біоенергодіагностики за Макацом в системах оперативного телемоніторингу ускладнюється необхідністю використання репрезентативних енергонів на ногах, що знижує оперативність роботи системи та можливість автоматизації її роботи. На особливу увагу заслуговують методи експрес-діагностики функціональних змін організму людини та чакральної діагностики, завдяки мінімальній технологічній складності проведення діагностування. Саме ці методи, після проведення синтезу та ідентифікації числових характеристик моделей норми, на думку авторів, є найбільш придатним для застосування у системах телемоніторингу стану здоров'я людини.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Власюк А. І., Месюра В. І., Власюк Б. А. Автоматизована віртуальна система діагностики стану організму людини // Вісник ВПІ. — 2004. — № 3. — С. 75—76.
2. Центр медичного телемониторинга. <http://www.medcare.ru/>
3. Методические рекомендации № 99/95 «Метод вариационной термоалгометрии в традиционной диагностике». — М.: Министерство здравоохранения России, 1999 г.
4. Портнов Ф. Г. Электростимуляционная рефлексотерапия. — Рига: Зинатне, 1988. — 352 с.
5. Вогралик В. Г., Вогралик М. В. Пунктурная рефлексотерапия: чжень-цзю. — Горький: Волго-Вятское кн. Изд-во, 1988. — 335 с.
6. Власюк А. І. Система контролю активності акупунктури людини. Дис. канд. техн. наук: 05.11.16. — Вінниця, 1999. — 195 с.
7. Многофункциональная клиническая диагностика. Выпуск 2 / Под ред. И. З. Самосюка. — Руководство по проведению. Часть 1. — К.: НМЦ «Мединтех», 2000 — 108 с.
8. Макац В. Г. Основы акупунктурной биоэнергодиагностики. Винница. 1991. — 236 с.
9. Пат. 98062934 Україна, МКИ А 61Н 39/00. Спосіб експрес-діагностики, корекції функціональних змін організму людини та пристрій для його здійснення / О. Я. Галаган (UA). — № 39652; Заявл. 29.11.2000; Опубл. 15.06.2001. Бюл. № 5. — 4 с.
10. Лисогор В. М., Галаган О. Я., Яремко С. А. Компоненти моделі оцінки стану здоров'я людини з використанням спеціалізованої інформаційно-виміральної системи // Хмельницький. — 2003. — № 2. — С.157—160.
11. Тальпис Л. Б. Чакры и биорезонансная терапия. // «Биорезонансная и мультирезонансная терапия». — М.: ИМЕДИС, 1996 — 224 с., ил.

Рекомендована кафедрою інформаційного менеджменту

Надійшла до редакції 16.09.04  
Рекомендована до друку 25.11.04

**Власюк Анатолій Іванович** — старший викладач кафедри інтеграції;

**Власюк Богдан Анатолійович** — магістрант Інституту магістратури, аспірантури та докторантури;

Вінницький національний технічний університет;

**Яремко Світлана Антонівна** — асистент кафедри інформаційних систем та мереж.

Вінницький торговельно-економічний інститут КНТЕУ