

АВТОМАТИКА ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА

УДК 658.5: 681.3

О. Д. Азаров, д. т. н., проф.;

О. Я. Галаган;

Е. Л. Звенигородський, к. б. н.; доц.,

А. В. Снігур, асп.

ОЦІНЮВАННЯ АКТИВНОСТІ АКУПУНКТУРИ ЛЮДИНИ НА ОСНОВІ ВІМІРЮВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Проведено оцінювання активності акупунктури людини на основі вимірювальної інформації, отриманої за допомогою інформаційно-вимірювальної системи. Показано, що врахування реальних особливостей змінення параметрів точок акупунктури дозволяє проводити адекватне діагностування стану здоров'я людини.

В сучасних інформаційно-вимірювальних системах (ІВС) для оцінювання активності акупунктури людини [1], [2], вимірюваними параметрами, як правило, є рівні сигналів точок акупунктури (ТА) або значення результатів обчислювальних операцій над даними рівнями, певні показники та коефіцієнти. Проте визначення активності у розрізі зазначених параметрів недостатньо враховує особливості людини: динаміку змінення (при одужанні, втомі тощо) [3], [4], певні зміни в часі (біоритмічні властивості) [5], [6], індивідуальні варіації у людей [7], [3], а також вплив зовнішніх факторів (температури, атмосферного тиску тощо) [3], додаткові інформативні параметри («піки» у сигналах ТА) [8], [9]. При цьому немає можливості порівняти значення параметрів ТА людини (із умовною нормою для подальшого діагностування її стану) у випадках: різного часу їх вимірювання через вказані біоритмічні властивості, за відсутності даних про зовнішні фактори на момент вимірювання через індивідуальні зміни при цьому стану людини та відповідних йому станів ТА [4—6].

Врахування реальних особливостей параметрів ТА є відносно складною задачею внаслідок індивідуальних варіацій їх значень, зокрема в результаті дії зовнішніх факторів, зміненням їх у часі та через особливості способу вимірювання [4], станом організму при вимірюванні (внутрішні фактори) [5].

Перспективним є визначення параметрів активності ТА за допомогою ІВС, які б у комплексі враховували реальні особливості змінення стану даних точок та умов за яких можливе порівняння значень їх параметрів.

Метою цієї статті є розширення можливостей відомих підходів оцінювання активності акупунктури людини на основі вимірювальної інформації. Це досягається внаслідок врахування реальних особливостей змінення стану ТА за допомогою ІВС та визначення умов порівняння значень параметрів акупунктурних точок.

Задачами дослідження є:

1. Визначення параметрів активності ТА;
2. Визначення умов порівняння параметрів точок акупунктури.

Дослідження показують, що для визначення активності акупунктури людини за допомогою ІВС, враховуючи сучасні підходи у галузі корпоральної [1] та Су-Джок [2] терапії, необхідно додатково використовувати певні параметри. Авторами пропонується визначити як першу, групу таких параметрів, що характеризують активність ТА тільки з точки зору такої вимірювальної інформації як рівні їх сигналів — *параметри рівнів Hh сигналів ТА та коефіцієнтів рівнів Kh сигналів ТА*. Ця група поєднує інші показники активності ТА, в яких для її оцінювання використовуються тільки значення рівнів сигналів даних точок, наприклад як у [2], [4], [6]. Вона також поєднує обчислені значення результатів математичних операцій над цими рівнями, коефіцієнти та показники, що утворюються внаслідок різних таких

операцій [1], [3]. Це відбувається у випадку оцінювання стану окремих груп точок акупунктури або інтегрального оцінювання стану сукупності ТА, інакше «меридіану» за значеннями параметрів таких певних точок, які входять до його складу. При цьому як операнди зазначених операцій не виступають будь-які інші параметри точок акупунктури та різні величини, наприклад термін реєстрування рівнів сигналів даних точок у секундах тощо.

Параметр H_h характеризує активність точок акупунктури тільки стосовно вимірених рівнів їх сигналів (струму або біопотенціалів) і може набувати значень з множини H_h ; $H_h = \{h_1, h_2, \dots, h_{n-1}, h_n\}$. Елементами H_h (їх кількість $|H_h| = n$) для конкретного випадку визначення активності ТА, а також згідно з властивістю однорідності елементів множин є вказані вище значення рівнів сигналів або обчислені значення результатів математичних операцій над ними. Такі значення, у свою чергу, визначаються тільки для струму або тільки для напруги точок акупунктури і мають відповідно розмірності [А] або [В]. Тобто всі елементи H_h можуть мати розмірність або струму або напруги певних точок. Параметр K_h характеризує активність точок акупунктури тільки щодо її визначення за допомогою математичних операцій над виміреними рівнями сигналів ТА (обчислений результат отримується у відносних одиницях) або різних коефіцієнтів, показників, які утворюються внаслідок таких операцій. Даний параметр може набувати значення з множини K_h ; $K_h = \{k_1, k_2, \dots, k_{m-1}, k_m\}$. Елементами K_h ($|K_h| = m$) для конкретного випадку визначення активності ТА згідно з властивістю однорідності елементів множин є тільки описані вище обчислені значення результатів математичних операцій або тільки коефіцієнти чи показники, що мають розмірності відносних одиниць [в. о.]. Такі значення, у свою чергу, визначаються тільки для значень струму точок акупунктури або тільки їх біопотенціалів. Тобто елементами K_h будуть показники активності ТА, які визначаються за значеннями або струму або напруги акупунктурних точок.

Активність акупунктури в даному випадку визначається належністю відповідно елементів H_h та K_h певним інтервалам згідно з нерівностями

$$h_{\min i} \leq h_i \leq h_{\max i}; k_{\min j} \leq k_j \leq k_{\max j},$$

де $i = 1 \dots n$, $|H_h| = n$, i – номери «меридіанів» або окремих ТА (визначається активність для окремих точок акупунктури або «меридіанів»), $j = 1 \dots m$; $|K_h| = m$, j – номери «меридіанів», груп ТА; $h_{\min i}$, $k_{\min j}$, $h_{\max i}$, $k_{\max j}$, h_i , k_j — відповідно мінімальний, максимальний та номінальний рівні (3 рівні) активності «меридіанів», груп або окремих ТА. Вказані три рівні активності характеризують стани «меридіанів» (груп, окремих ТА), які у свою чергу відображають функціональний стан органів та систем людини (норма, пригнічення, збудження): номінальний – умовна «НОРМА», мінімальний – «ПРИГНІЧЕННЯ», максимальний – «ЗБУДЖЕННЯ». Тут h_i , k_j потрапляють відповідно в групи інтервалів: $[h_{\min i}; h_{\max i}]$, $[k_{\min j}; k_{\max j}]$; $]0; h_{\min i}[$, $]0; k_{\min j}[$; $]h_{\max i}; \infty[$, $]k_{\max j}; \infty[$ встановлених експериментально значень.

Швидкість змінення в часі (динаміка) значень вимірених рівнів струму або напруги ТА з впливом різного роду факторів на організм людини [3], [4], [6] і таким чином зміни обчислених значень результатів математичних операцій, які можна виконувати над ними, коефіцієнтів та показників, що отримуються при цьому (тобто елементів h_i , k_j ; $h_i \in H_h$, $k_j \in K_h$) пропонується оцінювати групою параметрів v_h та v_k . Визначення вказаної динаміки протягом певних інтервалів (або періодів) часу t_i , t_j можливе за неперервного реєстрування сигналів ТА з допомогою ІВС. Параметри v_h та v_k відповідно можуть набувати значення з множин $V_H = \{v_{H1}, v_{H2}, \dots, v_{Hn-1}, v_{Hn}\}$, $V_K = \{v_{K1}, v_{K2}, \dots, v_{Km-1}, v_{Km}\}$, де $|V_H| = n$, $|V_K| = m$. Значення елементів V_H та V_K розраховуються як

$$v_{Hi} = h_i/t_i, v_{Kj} = k_j/t_j,$$

де $i = 1 \dots n$; $j = 1 \dots m$; i – номери елементів: H_h, V_H, t_i ; j – K_h, V_K, t_j .

Залежно від конкретного випадку визначення активності ТА (за значеннями їх струму, напруги або у відносних одиницях) та згідно з властивістю однорідності елементів множин, v_{Hi} та v_{Kj} вимірюються синхронно із елементами h_i , k_j тільки у [В/с] або [А/с], [в. о./с].

Активність акупунктури в даному випадку визначається за умов стабільності, поступового змінення чи «стрибка» значень рівнів сигналів ТА, змінення значень приростів таких рівнів відносно певного значення [3], [4] і внаслідок цього аналогічними зміненнями v_h та v_k . Так умовному «стрибку» може відповідати значний вплив на людину різних факторів, зокрема зовнішнього середовища (температури, атмосферного тиску тощо) або лікарських засобів, які вона використовує [3], [4]. Зазначені поступове змінення та стабільність відповідають незначному впливу факторів, лікарських засобів та відсутності такого впливу протягом певного періода часу (наприклад доби) [3], [4]. Таку стабільність пропонується оцінювати параметром V_{H_s} — середнім арифметичним значенням результатів обчислення швидкостей v_{H_i} (тобто елементів V_H) протягом відповідних періодів часу їх визначення t_i ($i = 1, 2, \dots$) у вигляді

$$V_{H_s} = \left(\sum_1^p \Delta v_{H_i} \right) / p, \tag{1}$$

де l – номер елемента v_{H_l} ($v_{H_l} \in V_H, l = 1, 2, \dots$), p – їх кількість, $p \leq n, n = |V_H|$.

Аналогічно стабільність може бути розрахована для елементів $k_i, k_i \in K_h$. Тут використовуються (1), але при цьому V_{H_s} замінюється на V_{K_s}, t_i на t_j, v_{H_l} на v_{K_l} , окрім цього $p \leq m, m = |V_K|$.

Як третій показник активності акупунктури людини пропонується використовувати параметр s , який характеризує наявність або відсутність «піків» у сигналах ТА. Такі «піки» з мінімальними динамічними похибками дозволяє обробляти ІВС за допомогою аналого-цифрового перетворювача на основі надлишкових позиційних систем числення у її складі [9]. Активність в даному випадку визначається саме наявністю або відсутністю «піків», що пов'язано з певним емоційним станом людей. Параметр s є «індикаторним» і може набувати значення з множини $S = \{0, 1\}$; $s = 0$ у випадку відсутності «піків», $s = 1$ у випадку їх присутності у сигналах ТА. Випадок коли $s = 0$ для певних акупунктурних точок у корпоральній терапії та точки «спіральных меридіанів» у Су-Джок терапії характеризується напруженим емоційним станом людей [9]. Для точок у корпоральній терапії такий стан додатково означає прояв гальмівної дії деяких зовнішніх факторів на людину [8]. Випадок, коли $s = 1$ відповідно для зазначених вище точок характеризується піднесеним емоційним станом та проявом збуджувальної дії вказаних факторів [8], [9].

На практиці важливе врахування вимірених індивідуальних максимальних, мінімальних (екстремальних) значень рівнів сигналів ТА людей та відповідних їм значень описаних вище коефіцієнтів тощо, тобто їх індивідуальних варіацій і часу отримання таких значень. Таким чином даними екстремальними значеннями є відповідні такі значення елементів множин H_h та \hat{E}_h . Врахування вказаних індивідуальних значень пов'язано з індивідуальним підходом в процесі лікування людини [5], зниженню її втоми [3] або впливу різних факторів [6]. Згідно з даним підходом виконується корекція описаних значень сигналів на момент індивідуального часу їх встановлення [5], [6]. Визначення такого часу пояснюється також його відхиленням для хворих від наявної норми зміни даного часу для здорових людей (біоритмічні властивості ТА [5], [6]). Пропонується виконувати врахування зазначених індивідуальних особливостей ТА за допомогою параметрів $eh_{min}, eh_{max}, ek_{min}, ek_{max}$, та відповідного часу їх встановлення за допомогою параметрів $th_{min}, th_{max}, tk_{min}, tk_{max}$. Значеннями параметрів $eh_{min}, eh_{max}, ek_{min}, ek_{max}$ є мінімальні та максимальні значення елементів множин H_h (для eh_{min}, eh_{max}) та \hat{E}_h (ek_{min}, ek_{max}). При цьому $eh_{min}, eh_{max}, ek_{min}, ek_{max}$ відповідно набувають значення з множин $E_{h\ min} = \{e_{1\ min}, e_{2\ min}, \dots, e_{n-1\ min}, e_{n\ min}\}, E_{h\ max} = \{e_{1\ max}, e_{2\ max}, \dots, e_{n-1\ max}, e_{n\ max}\}, E_{k\ min} = \{e_{1\ min}, e_{2\ min}, \dots, e_{n-1\ min}, e_{n\ min}\}, E_{k\ max} = \{e_{1\ max}, e_{2\ max}, \dots, e_{n-1\ max}, e_{n\ max}\}$, де n — потужність даних множин. Визначати вказані параметри можна для однієї ТА, а потім послідовно або одночасно для довільної їх кількості.

Параметри $th_{min}, th_{max}, tk_{min}, tk_{max}$ можуть відповідно набувати значення з множин $T_{h\ min} = \{\tau_{1\ min}, \tau_{2\ min}, \dots, \tau_{n-1\ min}, \tau_{n\ min}\}, T_{h\ max} = \{\tau_{1\ max}, \tau_{2\ max}, \dots, \tau_{n-1\ max}, \tau_{n\ max}\}$ та $T_{k\ min} = \{\theta_{1\ min}, \theta_{2\ min}, \dots, \theta_{n-1\ min}, \theta_{n\ min}\}, T_{k\ max} = \{\theta_{1\ max}, \theta_{2\ max}, \dots, \theta_{n-1\ max}, \theta_{n\ max}\}$. Їхніми елементами є значення часу спостереження відповідних їм значень з множин $E_{h\ min}, E_{h\ max}, E_{k\ min}, E_{k\ max}$. Наприклад $\tau_{1\ min}$ відповідає часу встановлення (спостереження) $e_{1\ min}, \theta_{1\ max}$ — часу встановлення $e_{1\ max}$ тощо.

Порівняти значення результатів вимірювань сигналів ТА людини (з умовною нормою для діагностування її стану), які виконувалися в різний час, і відповідно значення параметрів, що отримуються на їх основі, можливо за умови вказання факторів та обставин, що існували в момент вимірювання. Це пояснюється індивідуальною реакцією в даному випадку різних людей та особливос-

тями методу вимірювання [4—6]. Тобто необхідно вказати, по-перше, час та кількісні характеристики факторів зовнішнього середовища, протягом яких виконувались такі вимірювання, наприклад, атмосферний тиск, відносна вологість, температура повітря. По-друге, внутрішні фактори: перенесені людиною хвороби, підвищена індивідуальна чутливість до дії певних факторів. По-третє, тип фізичної величини ТА (струм, напруга), що вимірюється; метод її вимірювання, методичні, інструментальні похибки, які тут виникають.

Висновки

1. Розширення можливостей відомих підходів до оцінювання активності акупунктури людини на основі вимірювальної інформації за допомогою ІВС досягається за умови:

- визначення швидкостей змінення параметрів ТА;
- врахування «піків» у сигналах даних точок;
- врахування індивідуальних екстремальних значень параметрів ТА.

2. Врахування чинників та обставин, за яких виконувалися різні у часі вимірювання значень рівнів сигналів ТА, особливостей методу вимірювання дає можливість порівнювати значення таких вимірювань (та параметрів, що визначаються на їх основі) і в подальшому виконувати адекватніше діагностування стану людини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Власюк А. І. Система контролю активності акупунктури людини: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.11.16 / ВДТУ — Вінниця, 1999. — 21 с.
2. Лисогор В. М. та ін Компоненти моделі оцінки стану здоров'я людини з використанням спеціалізованої ІВС // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2003. — № 2 — С. 157—160.
3. Исаулов Ю. Ф. и др. Влияние психической саморегуляции на динамику электрических характеристик точек акупунктуры // Теория и практика рефлексотерапии. — Саратов, 1981. — С. 29—34.
4. Бугаев С. А. и др. Проблемы измерения электрических параметров в области точек акупунктуры. / Технические аспекты рефлексотерапии и систем диагностики. Сб. науч. трудов. — Калинин: КГУ, 1984. — С. 102—111.
5. Самосюк І. З. Біоритми та акупунктура. — К.: Здоров'я, 1994. — 32 с.
6. Оранский И. Е. Природные лечебные факторы и биологические ритмы. — М.: Медицина, 1988. — 288 с.
7. Кобзарь А. Д. Экспресс – диагностика эффективности психотерапевтического воздействия методикой биогальванометрии // Информативность БАТ, приборные методы их определения и эффективность медико-технических исследований. — Харьков. 1981. — С. 51—52.
8. Горго Ю. П. Некоторые особенности изменений электрических потенциалов в активных точках кожи человека // Информативность БАТ, приборные методы их определения и эффективность медико-технических исследований. — Харьков. 1981. — С. 90—92.
9. Азаров О. Д. та ін. Система вимірювання та реєстрування сигналів БАТ для акупунктурної терапії // Вісник ВПШ. — 2005. — № 2. — С. 16—19.

Рекомендована кафедрою обчислювальної техніки

Надійшла до редакції 21.04.05
Рекомендована до друку 27.04.05

Азаров Олексій Дмитрович — завідувач кафедри, *Снігур Анатолій Васильович* — аспірант.

Кафедра обчислювальної техніки;

Звенигородський Едуард Леонідович — доцент кафедри хімії та екологічної безпеки;

Вінницький національний технічний університет;

Галаган Олексій Якович — директор Центру інформаційної медицини, м. Вінниця