

УДК 519.85

**А. І. Власюк**, к. т. н.;

**В. І. Месюра**, к. т. н., доц.;

**Б. А. Власюк**, студ.

## **АВТОМАТИЗОВАНА ВІРТУАЛЬНА СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ СТАНУ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ**

### **Вступ**

Бурхливий розвиток мережі Internet викликав появу принципово нових підходів до організації охорони здоров'я людини. Останнім часом в медичну практику впроваджуються віртуальні системи діагностики стану організму людини або системи телемоніторингу.

Телемоніторинг — це постійне, «дистанційне» спостереження за станом організму людини, яке проводиться протягом тривалого часу, а часто — постійно. Це дозволяє вирішувати проблему своєчасної діагностики та контролю стану здоров'я без відвідування спеціалізованих медичних закладів, що в свою чергу дозволяє економити час та кошти.

Системи телемоніторингу відрізняються базовою медичною технологією, яка і визначає їх основні параметри. Базові медичні технології можна умовно розділити на дві великі групи: технології засновані на методах сучасної Західної (Європейської) медицини та технології засновані на методах Давньосхідної медицини.

Організм людини надзвичайно складний молекулярно-клітково-органний комплекс, що має велику кількість рівнів саморегуляції і проявляє нескінченну різноманітність при взаємодії з зовнішнім середовищем [1]. Людина досить активно пристосовується до різних патогенних факторів — це процес еволюції, властивий усьому живому. Однак швидкість, з яким змінюються умови нашого життя, непорівнянна зі швидкістю еволюції, що робить людину практично беззахисною перед забрудненням зовнішнього середовища, хронічним психоемоційним стресом, неякісним або надлишковим харчуванням та іншими негативними проявами розвитку суспільства. У результаті на перше місце вийшли так звані «хвороби цивілізації»: гіпертонія, цукровий діабет, бронхіальна астма, онкологія тощо.

Для «хвороб цивілізації» характерна одна особливість: не можна, як наприклад, при віспі, грипі чи менінгіті, однозначно вказати їхню причину. Всі органічні зміни, що спостерігаються в людини

в їхньому випадку, є наслідком порушення регуляції і синхронізації багатьох процесів, що одночасно протікають в організмі людини. Сучасна Західна медицина йде по дуже примітивному шляху, вишукуючи витончені, дорогі шляхи впливу на симптоми захворювання, не відновлюючи синхронізацію і нормальне співвідношення фізіологічних процесів, що протікають в організмі людини. Сьогоднішні фахівці зовсім не бачать людину як єдине ціле, пов'язану з зовнішнім світом різними каналами зв'язку, що володіє своїми унікальними регуляторними особливостями і можливостями. Незважаючи на всі декларації, західна медицина лікує не хворого, а симптоми хвороби.

На противагу європейській, Давньосхідна медицина звертає мало уваги на клітинні, біохімічні і молекулярні особливості організму людини – основну увагу вона приділяє відновленню регуляторних відносин, завдяки чому досягає іноді феноменальних результатів. Саме тому західна цивілізація усе більше уваги приділяє Китайській, Тибетській, Індійській медицині, по крупинках збираючи знання і досвід народної медицини інших культур. Традиційна Давньосхідна медицина використовує синдромальний підхід, в основі якого лежить класична методологія акупунктури з оцінкою станів меридіанів в термінах «пустоти — наповненості». Правильне формулювання синдрому дозволяє вибрати Місце, Метод та Момент лікувальної дії. Саме тому більшість відомих систем телемоніторингу використовують медичні технології на базі Давньосхідної медицини.

Описана в [2] система телемоніторингу, базовою медичною технологією якої є метод варіаційної термоалгометричної діагностики, з аналізом больової чутливості точок акупунктури при їх тепловій стимуляції.

У ВНТУ розробляються системи телемоніторингу з базовою медичною технологією – оцінкою стану функціонально-енергетичної системи людини [3—7].

### Основна частина

Сучасні системи телемоніторингу повинні:

— використовувати науково обґрунтовані, ефективні базові медичні технології, які разом з тим прості і зрозумілі пацієнту і дозволяють кількісно, у цифрах, оцінювати якість здоров'я, порівнювати стан пацієнта до, у процесі і після того чи іншого оздоровчого впливу;

— оперативно і дистанційно вимірювати параметри організму людини, порівнювати виміряні параметри з індивідуальною для даного пацієнта моделлю норми, робити висновки про стан здоров'я пацієнта і при необхідності реалізовувати відповідні оздоровчі впливи;

— не викликати ніяких побічних дій у результаті їх застосування;

— бути настільки простими, щоб ними могла скористатися абсолютно не підготовлена людина.

— бути досить оперативними, щоб постійний чи щоденний контроль не перетворився в стомлювальну процедуру.

Для побудови системи, яка задовольняла б приведеним вище вимогам, використовуючи терміни запропоновані в [4], розглянемо процедуру синтезу та параметричної ідентифікації норми активності (НА) специфічного об'єкту діагностування — акупунктурного комплексу людини (АКЛ) як сукупності триланкових функційних елементів – «**репрезентативні точки** (точки акупунктури, біологічно активні точки, акупунктурні зони) – **канали зв'язку** (меридіани, канали) – внутрішні органи (серце, легені, печінка тощо) методами математичної статистики.

В загальному вигляді, для дванадцяти структурних компонентів акупунктурного комплексу людини (СК АКЛ), математична модель норми активності АКЛ має вигляд:

$$\begin{cases} A_{\min 1} \leq A_1 \leq A_{\max 1}, \\ A_{\min 2} \leq A_2 \leq A_{\max 2}, \\ \dots \\ A_{\min 12} \leq A_{12} \leq A_{\max 12}, \end{cases} \quad (1)$$

де  $A_{\min i}$ ,  $A_{\max i}$  — мінімальні та максимальні значення активності  $i$ -го СК АКЛ;  $A_i$  — номінальне значення активності меридіана активності  $i$ -го СК АКЛ.

При цьому стан меридіана класифікується як:

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

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

активності;

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

Для методу біоенергодіагностики параметри активності меридіанів визначаються як

$$A_i = \frac{H_i(F_i)}{\sum_{i=1}^6 H_i + \sum_{i=1}^6 F_i} 100\%, \quad (2)$$

де  $A_i$  — активність  $i$ -го СК АКЛ;  $H_i(F_i)$  — біоелектричні потенціали репрезентативних

Для визначення параметрів моделі активності СК АКЛ використовуються результати дослідження активності СК АКЛ методом функційної біоенергодіагностики за 1985—1998 роки 1964 осіб віком від 4 до 78 років у Вінницькій, Житомирській, Хмельницькій та інших областях України [5]. Для формування вибіркової сукупності спостережень, як умову фільтрації запропоновано використовувати [4] коефіцієнт стійкості вегетативної нервової системи (ВНС)  $K_{sns}$  (від лат. system nervorum avtonomikus — вегетативна нервова система)

$$K_{sns} = \frac{A_{sns}}{A_{snp}}, \quad (3)$$

де  $A_{sns}$  — активність симпатичної нервової системи людини;  $A_{snp}$  — активність парасимпатичної нервової системи людини.

Активність симпатичної та парасимпатичної нервової системи визначається як

$$\begin{aligned} A_{sns} &= \sum_{i=1}^3 A_{Hi} + \sum_{i=1}^3 A_{Fi}; \\ A_{snp} &= \sum_{i=4}^6 A_{Hi} + \sum_{i=4}^6 A_{Fi}, \end{aligned} \quad (4)$$

де  $A_{Hi}$  — активність  $i$ -го СК АКЛ, з репрезентативною точкою вимірювання на руках;  $A_{Fi}$  — активність  $i$ -го СК АКЛ, з репрезентативною точкою вимірювання на ногах [6].

Якщо

$$0,9 < K_{sns} < 1,1 \quad (5)$$

то «симпатичний і парасимпатичний відділи вегетативної нервової системи — в стані функційно-енергетичної рівноваги» [7], тобто активність СК збалансована, і дані можна використовувати під час розроблення моделі активності СК АКЛ [4].

Умова (5) є необхідною, але не достатньою, для формування вибіркової сукупності. Нами пропонується визначати показники збалансованості симпатичного та парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи як міру їх внутрішньої збалансованості. Внутрішня збалансованість відділів нервової системи, може бути охарактеризована коефіцієнтами збалансованості симпатичної  $K_{sns}$  та парасимпатичної  $K_{snp}$  відділів нервової системи

$$\begin{aligned} K_{sns} &= \frac{A_{\max sns}}{A_{\min sns}}; \\ K_{snp} &= \frac{A_{\max snp}}{A_{\min snp}}, \end{aligned} \quad (6)$$

де  $A_{\min (\max) sns}$  — мінімальне (максимальне) значення активності СК симпатичного відділу ВНС;  $A_{\min (\max) snp}$  — мінімальне (максимальне) значення активності СК парасимпатичного відділу ВНС.

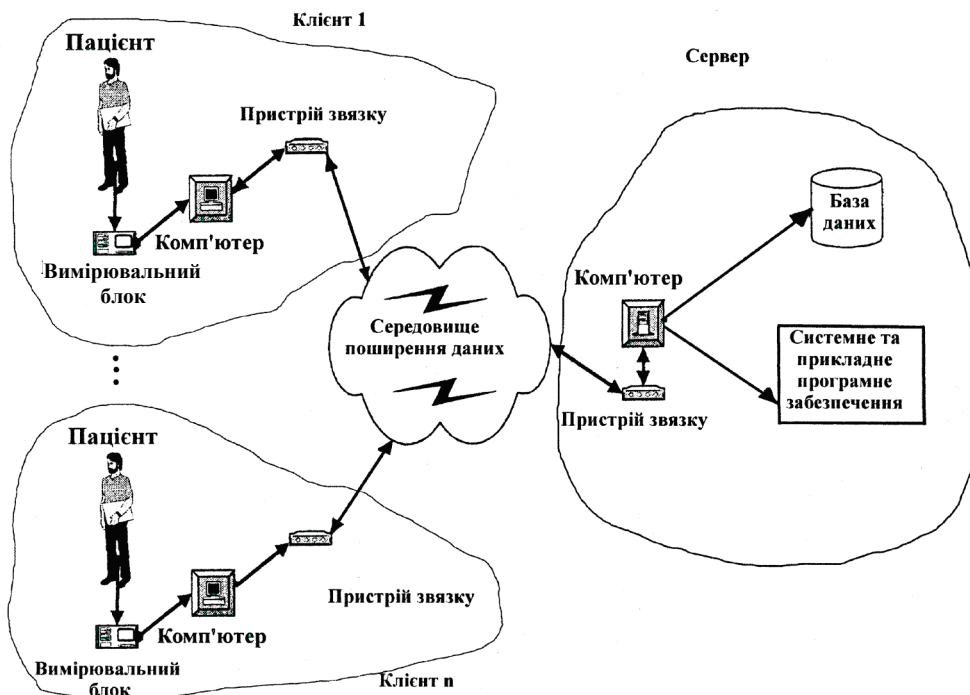
В результаті проведених нами медико-біологічних досліджень, було встановлено що внутрішня збалансованість симпатичного (парасимпатичного) відділів СНС має місце за умови

$$\begin{aligned} 1 &\leq K_{sns} \leq 1,9; \\ 1 &\leq K_{snp} \leq 1,9. \end{aligned} \quad (7)$$

Використовуючи умови (5), (7) може бути сформована вибіркова сукупність спостережень для

проведення параметричної ідентифікації норми активності СК АКЛ для методу біоенергодіагностики.

Структурат інтернет-системи телемоніторингу за станом організму людини, яка відповідає специфікації клієнт-серверних технологій показана на рис.



Структура системи відповідає класичній архітектурі клієнт-серверних систем, яка вимагає в загальному випадку наявності комплексу апаратних та інформаційних засобів, які називають сервером та мінімум одного або декількох програм або компонентів, які називаються клієнтами. Клієнт має можливість асинхронно для сервера ініціювати виконання процедур сервера та отримувати результати їх виконання. Архітектура клієнт-сервер забезпечує можливість кільком клієнтам можливість взаємодіяти з сервером паралельно і незалежно один від одного.

Система реалізує концепцію «слабкий клієнт-потужний сервер», тобто практично все оброблення інформації здійснюється сервером. Сервер посилає готовий результат, який не потребує додаткового оброблення. Клієнт тільки організовує діалог з користувачем.

Обмін між клієнтом та сервером відбувається через глобальну мережу Internet, яка базується на сімействі протоколів IP (Internet Protocol, протокол мережевої адресації), що є базою для великої кількості транспортних протоколів, зокрема – TCP/IP та UDP/IP). Специфікою мережі Internet і недоліком вищезгаданих протоколів є відсутність функції резервування пропускної здатності, та відсутність чіткого контролю за швидкістю з якою надходить інформація [8]. Це зумовлено моделлю за якою відбувається обмін інформацією — дані, у вигляді абстрактного «пакета», на якому вказано кінцеву адресу надходять до отримувача за посередництвом певної кількості проміжних точок — «маршрутизаторів», для яких пакети рівноправні.

У випадку перевищення пропускної здатності каналу зв'язку, маршрутизатор створює чергу пакетів певного розміру, причому якщо черга переповнена, то нові пакети просто ігноруються. Цей механізм покладено в основу обмеження швидкості передачі даних протоколу TCP/IP. Коли відправник визначає, що раніше надісланий пакет не дійшов до отримувача, швидкість передачі зменшується вдвічі. Відповідно, отримувач може лише опосередковано впливати на швидкість з якою відправник відсилає інформацію. Варто відзначити, що перевантаження каналу зв'язку відразу призводить до втрати пакетів, і внаслідок цього знижується швидкість передачі інформації. Оскільки протоколи транспортного рівня не забезпечують такі функції, усі турботи про розподіл або обмеження пропускної здатності покладаються на розробників протоколів програмного рівня та на технічний персонал, що обслуговує мережу. Так як більшість інтернет-протоколів не потребує стабільно високої пропускної здатності (окрім таких винятків як відео- та аудіо-конференції та телефонія), і має характер відносно короткочасних піків, канал зв'язку з обмеже-

ною пропускну здатністю може задовільно обслуговувати достатньо велику кількість абонентів, за умови що періодичні запити компенсуються періодами неактивності. Технологією що забезпечує таку компенсацію, є Traffic Shaping.

Серед нових можливостей запобігання перевантаження каналів зв'язку варто також відмітити технологію ECN (Explicit Congestion Notification), розширення протоколу IP, що дозволяє повідомити відправника про високу завантаженість каналу зв'язку.

Для ефективнішого використання пропускну здатності каналу зв'язку, необхідно змінювати пріоритети певним видам вхідного та вихідного трафіку в підсистемах КЛІЄНТ та СЕРВЕР, наприклад зменшувати пріоритет потокам, що займають значну частину трафіку, віддаючи перевагу коротким потокам. Для визначення правил пріоретизації потрібні детальні знання структури трафіку.

Таким чином, для оптимізації трафіку в конкретній інформаційній системі необхідно вирішити такі завдання:

1. Дослідити математичну модель інформаційної системи у вигляді двох зв'язаних компонентів – КЛІЄНТ–СЕРВЕР, та визначити сегменти які обмежують критичну пропускну здатність системи;

2. Розробити та дослідити інформаційно-вартісні критерії оцінки інформаційних потоків, вхідного та вихідного трафіків в підсистемі КЛІЄНТ;

3. Розробити класифікацію, визначити структуру та синтезувати математичні моделі інформаційних потоків, вхідного та вихідного трафіків в підсистемі СЕРВЕР з урахуванням розроблених критеріїв;

4. На базі розроблених моделей синтезувати систему автоматичного керування вхідним та вихідними трафіком системи КЛІЄНТ-СЕРВЕР.

Розв'язання цих задач дозволить оптимізувати параметри вхідного та вихідного трафіку підсистеми КЛІЄНТ, що в свою чергу дозволить збільшити пропускну здатність через забезпечення нормального функціонування алгоритмів обмеження пропускну здатності каналів зв'язку КЛІЄНТ-СЕРВЕР.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Подколзин А. А., Донцов В. И., Попонин В. П., Шепеленко А. М. Физико-химические основы действия факторов малой интенсивности // Успехи современной биологии. — 1994. — Т. 114, вып. 2. — С. 32—41.
2. <http://www.medcare.ru/>
3. Лисогор В. М., Макац В. Г., Власюк А. І. Побудова математичної моделі активності меридіанів методами математичної статистики // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 1999. — № 4. — С. 48—53.
4. Власюк А. І. Система контролю активності акупунктури людини: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.11.16 / Вінницький державний технічний університет. — Вінниця, 1999. — 18 с.
5. Власюк А. І. Автоматизована система контролю активності акупунктурної системи людини // Вісник ВПІ. — 1999. — № 5. — С. 21—24.
6. Функціональна біоенергодіагностика стійкості вегетативної нервової системи і її біоактиваційна корекція (по В. Макац) / Макац В., Макац Д., Ладуба Ю. та ін. — Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1997. — 100 с.
7. Макац В., Макац Д., Макац Д. Функціонально-енергетична система людини і вегетативний гомеостаз (енергетична матриця живого). — Вінниця: Логос, 2003 — 233 с.
8. Месюра В. І., Власюк А. І., Власюк Б. А. Оптимізація трафіку технічних систем дистанційного навчання. Збірник матеріалів п'ятої щорічної міжнародної науково-практичної конференції «Право і суспільство: актуальні проблеми взаємодії – шляхи європейської інтеграції» Вінниця, ВІ МАУП, 2004. — С. 12—13.

Рекомендована кафедрою інтелектуальних систем

Надійшла до редакції 20.04.04  
Рекомендована до опублікування 27.04.04

**Власюк Анатолій Іванович** — директор комп'ютерного інформаційно-видавничого центру, **Месюра Володимир Іванович** — доцент кафедри інтелектуальних систем, **Власюк Богдан Анатолійович** — студент Інституту інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії.

Вінницький національний технічний університет