

# Інформаційні технології в медицині

УДК 681.3; 614.841

О.І. Пурський<sup>1</sup>, С.С. Федоренко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Київський національний торговельно-економічний університет, Київ

<sup>2</sup> Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля, Черкаси

## ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ ОРГАНІЗМУ: ПОБУДОВА ЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*В статті обговорюються особливості застосування засобів дистанційного моніторингу основних показників системи життєдіяльності організму для вирішення проблеми своєчасної діагностики та контролю за станом здоров'я людини. Для автоматизації процесу дистанційної функціональної діагностики запропоновано використання експертних систем. Розроблено логічну схему прийняття рішення експертною системою про стан організму. Визначено перспективи застосування спеціалізованих експертних систем дистанційної діагностики.*

**Ключові слова:** експертні системи, дистанційна діагностика, логічна схема прийняття рішень..

### Вступ

**Постановка проблеми та її актуальність.** Розвиток інформаційних технологій в останні десятиліття, зокрема розширення можливостей мереж зв'язку, сприяє прогресу в усіх галузях діяльності людини, зокрема в дистанційній медицині. Так, використання засобів дистанційного мобільного моніторингу основних показників системи життєдіяльності організму дозволяє вирішувати проблеми своєчасної діагностики та контролю за станом здоров'я людини. На сьогоднішній день існують методики й алгоритми, які дозволяють суттєво розширити функціональність систем медичної діагностики та систем телемедицини, використовуючи можливості сучасних телекомунікаційних та інформаційних технологій [1]. В той же час необхідно зазначити, що проблема створення автоматизованих систем функціональної діагностики за основним набором показників життєдіяльності організму, які здатні реалізовувати незалежний інтелектуальний механізм прийняття рішення, все ще далека від свого вирішення. Актуальність досліджень і розробок даного напрямку визначається, перш за все, важливістю дистанційного моніторингу функціонального стану організму в ситуаціях, коли діагностика невідкладних і загрозливих станів проводиться в умовах дефіциту часу та обмежених можливостей обслідування, зокрема діагностика стану організму в екстремальних умовах.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В сучасному суспільстві існує маса випадків, пов'язаних з необхідністю застосування дистанційної передачі біосигналів. На сьогодні створено досить велику кількість пристроїв реєстрації параметрів біосигналів на відстані, зокрема основних показників життєдіяльності [1]. В цьому напрямку розробляються різні пристрої для дистанційної діагностики таких

параметрів як: артеріальний пульс і тиск, функцій дихання і роботи серця, температурних аномалій всередині біологічного об'єкта. На даний момент часу найбільше розповсюдження мають системи передачі біометричних даних по телефону, що обумовлено загальною доступністю і дешевизною телефонних засобів зв'язку. Велику перевагу тут мають системи, що використовують стільниковий зв'язок, оскільки вони забезпечують природну мобільність передаючої сторони при тривалому моніторингу в режимі реального часу пацієнтів, що активно переміщуються. Варто зазначити, що дистанційна діагностика стану організму людини як в екстремальних, так і звичайних умовах відноситься до одних з найбільш складних комплексних проблем функціональної діагностики, що містить в собі необхідність вирішення цілого ряду медико-біологічних задач [2 – 4].

Програмним продуктом, функціонування якого базується на інтелектуальних механізмах прийняття рішень, є експертні системи (ЕС). Незмінно правильна, повна і позбавлена емоцій відповідь при будь-яких обставинах – ця властивість ЕС може бути корисною під час діагностики в режимі реального часу та в екстремальних умовах, коли лікар може виявитися нездатним діяти з максимальною ефективністю, через наприклад втомленість або стрес. Для підвищення ефективності механізмів функціонування експертних систем надзвичайно важливим є забезпечення такої нової якості як інституціональна пам'ять, яка на наш погляд обов'язково повинна входити до складу бази знань ЕС. Вона створюється за рахунок взаємодій з фахівцями організацій і являє собою поточну політику цієї групи людей. Цей набір знань стає збірником кваліфікованих думок з постійно обновлюваним довідником найкращих стратегій і методів використовуваних персоналом задіяним в системі медичної допомоги. Варто зазначити, що робота з експерт-

ними системами дистанційної функціональної діагностики стану людини може вестися в режимі цілодобового мобільного моніторингу.

**Формулювання мети статті.** Головною метою даної роботи є розробка логічної схеми алгоритму діагностування і здійснення програмної реалізації процесу прийняття рішення у системі дистанційного моніторингу основних життєвих показників стану організму.

### Виклад основного матеріалу

В основу функціонування спеціалізованої експертної системи функціональної діагностики закладено механізми автоматичного логічного міркування (висновку) і методи, засновані на механізмах релевантного пошуку [5]. Область прийняття рішень експертної системи формується областю зміни значень показників життєдіяльності організму, що підлягають моніторингу. В нашому випадку це – пульс, тиск і температура. Діапазон зміни значення цих показників визначено з медичної практики лікарів на основі їх багаторічного досвіду. В залежності від стану пацієнта показники життєдіяльності суттєво змінюються. З точки зору стану пацієнта, розроблена експертна система дистанційного моніторингу функціонального стану організму здатна діагностувати три стани: нормальний, небезпечний, критичний. У випадку прийняття експертною системою рішення про критичний стан організму система здійснює звернення до лікаря і генерує повідомлення, що може супроводжуватися звуковим і оптичним сигналами. Однією із проблем, характерних для експертних систем, є проблема подання знань. Це пояснюється тим, що форма подання знань впливає на характеристики і властивості системи.

Для можливості оперування знаннями з реального світу за допомогою ПК необхідно здійснити їхнє моделювання (за аналогією з побудовою концептуальних і логічних моделей БД). При цьому необхідно відрізнити знання, призначені для обробки комп'ютером, від знань, що використовуються людиною. При проектуванні моделі подання знань варто враховувати такі фактори, як [6]:

- однорідність подання;
- простота розуміння.

Однорідність подання приводить до спрощення механізму керування логічним висновком і керування знаннями. Простота розуміння передбачає допустимість розуміння подання знань і експертом і користувачем системи. В іншому випадку ускладнюється механізм придбання знань і їхня оцінка. Але виконати ці вимоги рівною мірою як для простих, так і складних завдань досить складно. На сьогодні для подання знань використовують наступні моделі:

- моделі на базі логіки;

- продукційні моделі;
- моделі семантичних мереж;
- моделі, засновані на використанні фреймів.

Оскільки в нашому випадку ми маємо справу з чітко визначеною, добре дослідженою предметною областю медицини, зокрема визначення функціонального стану пацієнта по набору основних показників життєдіяльності організму, можна встановити формальні правила прийняття рішення експертною системою, або, іншими словами, формальні правила встановлення діагнозу. По суті модель оперування знаннями предметної області зводиться до наступного – система отримує певний набір показників і в залежності від результатів порівняння значень цих показників з нормативними показниками функціонального стану організму, введеними в базу даних лікарем-експертом, системою приймається висновок про один з трьох можливих станів організму пацієнта. В залежності від виконання чи невиконання умови системою приймається те або інше рішення.

Даний механізм прийняття рішення системою подання знань повністю узгоджується з моделлю подання знань на базі логіки. Основна ідея логічного підходу полягає в тому, щоб розглядати всю систему знань, необхідну для вирішення завдань предметної області, як сукупність фактів (тверджень). Факти представляються як формули в деякій логіці (формальні правила). Логічні моделі забезпечують розвинутий апарат висновку нових фактів з тих, які явно представлені в базі знань. Модель на базі логіки дозволяє представити знання у вигляді речень виду «Якщо (умова) – то (висновок)». Основним правилом маніпуляції знаннями є операція логічного висновку. Розглянуті особливості предметної області і механізмів подання знань вказують на доцільність створення спеціалізованої експертної системи саме на базі логіки. Визначення конкретної моделі подання знань дозволяє нам побудувати логічну послідовність прийняття рішення експертною системою. Схематичне представлення процесу прийняття рішення показано на рис. 1.

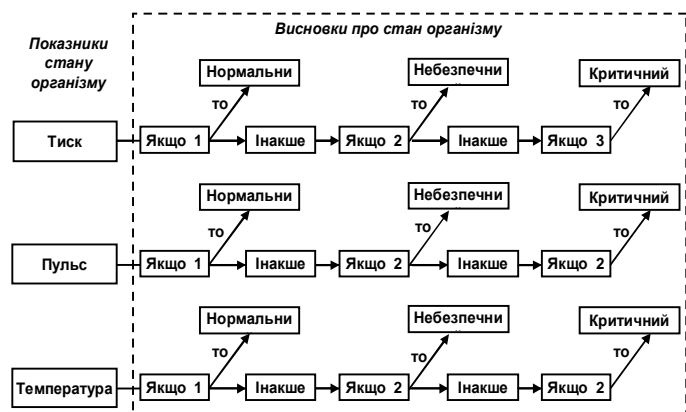


Рис. 1. Схематичне представлення логічної послідовності процесу прийняття рішення системою про стан пацієнта

На вхід машини логічного висновку надходять показники життєдіяльності організму пацієнта. Інформація надходить по трьох незалежних каналах передачі даних. Таким чином, отримується набір початкових даних, що характеризують стан пацієнта, на основі яких експертна система здатна реалізувати процес прийняття рішення і діагностувати стан пацієнта. Визначення стану пацієнта здійснюється шляхом аналізу даних, що надходять на предмет відповідності введеним в базу знань умовам, які визначають допустимий діапазон змін значень вхідних даних, що відповідає конкретному (одному із трьох можливих рис. 1) стану організму пацієнта. На рис. 1 умови, які визначають згадані діапазони значень, позначені числами 1, 2 та 3. Умови визначалися і формалізувалися на основі досвіду і знань медичних працівників, які в даному випадку були експертами. Кожна умова (по суті, це група умов і обмежень) визначає, до якого стану організму (нормальний, небезпечний, критичний) відносяться показники життєдіяльності, які отримує система. Таким чином, шляхом логічного висновку і пошуку відповідності вхідних даних до введених в базу знань критеріїв відбору і аналізу система здатна реалізувати незалежний процес прийняття рішення і визначити в автоматичному режимі стан пацієнта. Реалізація процесу діагностування експертною системою за допомогою програмних засобів пов'язана із створенням певної послідовності умовних переходів і пошуку відповідності (рис. 1). Безпосередня програмна реалізація процесу прийняття рішення або, іншими словами, вирішення задачі діагностування стану пацієнта здійснена мовою програмування Delphi.

### Висновки

Не зважаючи на існуючі досягнення, задача створення засобів для кількісного та якісного дистанційного моніторингу стану людини з належними функціональними та експлуатаційними характеристиками залишається актуальною. Механізми діагностики, реалізовані в даній роботі за допомогою розробленого програмного забезпечення, базуються на існуючих сучасних методах аналізу стану людини та обробки даних.

Розробка орієнтована на підвищення ефективності досліджень стану людини. Підсумовуючи раніше сказане, також варто зазначити, що головним завданням в процесі створення ЕС є розробка програмних засобів реалізації методів логічного висновку і пошуку відповідності, які в результаті свого функціонування одержують висновки, що не поступаються за якістю і ефективністю рішенням людини-експерта.

### Перспективи

Перспективність досліджень і розробок в напрямку дистанційної функціональної діагностики, перш за все, викликана тим, що використання засобів дистанційного мобільного моніторингу основних показників системи життєдіяльності організму дозволяє вирішувати проблеми своєчасної діагностики та контролю за станом здоров'я людини, а також забезпечує реалізацію механізму оперативної допомоги пацієнтам в екстремальних, небезпечних ситуаціях.

### Список літератури

1. Зленко С.М. Система дистанційного моніторингу за станом здоров'я людини / С.М. Зленко, Р.С. Белзєцький // *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. – 2008. – № 1. – С. 143-146.
2. Аралова Н.И. Оценка функциональной системы дыхания, кислородных режимов организма и степени гипоксии (комплекс программ для ПЭВМ) / Н.И. Аралова // *Фізіол. журн.* – 1996. – Т. 42, № 3/4. – С. 43-47.
3. Белошицкий П.В. Проблема комплексных воздействий на организм / П.В. Белошицкий // *Автоматизированный анализ гипоксических состояний*. – М., 2003. – С. 49-50.
4. Гуляр С.А. Методика и программа расчета на ЭВМ показателей дыхания, гемодинамики, дыхательной функции крови и кислородных режимов организма / С.А. Гуляр // *Специальная и клиническая физиология гипоксических состояний*. – 1979. – Т. 3. – С. 24-37.
5. Naylor C. Build your own expert system / C. Naylor. – John Wiley & Sons Ltd., Chichester, 1987. – 289 p.
6. Джексон П. Введение в экспертные системы / П. Джексон. – М.: И.Д. Вильямс, 2001. – 624 с.

Надійшла до редколегії 19.10.2011

Рецензент: д-р фіз.-мат. наук, проф. В.Д. Акіньшин, Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля, Черкаси.

### ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ ОРГАНИЗМА: ПОСТРОЕНИЕ ЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

О.И. Пурский, С.С. Федоренко

*В статье обсуждаются особенности применения средств дистанционного мониторинга основных показателей системы жизнедеятельности организма. Для автоматизации процесса дистанционной функциональной диагностики предложено использование экспертных систем. Разработана логическая схема принятия решения экспертной системой о состоянии организма. Определены перспективы использования специализированных экспертных систем дистанционной диагностики.*

**Ключевые слова:** экспертные системы, дистанционная диагностика, логическая схема принятия решения.

### EXPERT SYSTEM OF REMOTE DIAGNOSTICS OF AN ORGANISM: CONSTRUCTION OF THE LOGIC SCHEME OF DECISION-MAKING

O.I. Pursky, S.S. Fedorenko

*In article features of application of means of remote monitoring of the basic indicators of system of ability to live of an organism are discussed. For automation of process of remote functional diagnostics use of expert systems is offered. The logic scheme of decision-making by expert system about an organism condition is developed. Prospects of use of specialised expert systems of remote diagnostics are defined.*

**Keywords:** expert systems, remote diagnostics, the logic scheme of decision-making.