

УДК 519.876.2: 611.018.4

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ СТАНУ ПАЦІЄНТА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПІДХОДІВ ТРАДИЦІЙНО КИТАЙСЬКО МЕДИЦИНИ (КОНЦЕПЦІЯ „У-СІН”)

Д.В. Вакуленко, І.І. Сугоняк¹

*Тернопільський державний медичний університет ім.І.Я. Горбачевського
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова
Національного авіаційного університету¹*

В роботі розглянуті загальні аспекти проектування експертно системи діагностики захворювань (ЕСДЗ), формалізовані підходи до діагностування пацієнтів за наявними симптомами та вибір множини ймовірних діагнозів. Розроблено ЕСДЗ для традиційно китайської медицини (ТКМ). Впровадження такої системи дозволить скоротити час визначення діагнозу, використати досвід, накопичений в ТКМ, щодо діагностики захворювань та їх лікування, підвищити рівень обґрунтованості та якість прийняття рішень щодо діагностування захворювань.

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОДХОДОВ ТРАДИЦИОННОЙ КИТАЙСКОЙ МЕДИЦИНЫ (КОНЦЕПЦИЯ „У-СИН”)

Д.В.Вакуленко, И.И. Сугоняк¹

*Тернопольский государственный медицинский университет им. И.Я. Горбачевского
Житомирский военный институт им. С.П. Корольова
Национального авиационного университета¹*

В работе рассмотрены общие аспекты проектирования экспертной системы диагностики заболеваний, формализованы подходы к диагностированию пациентов по имеющимся симптомам и выбору множественного числа вероятных диагнозов. Разработано ЭСДЗ для традиционной китайской медицины (ТКМ). Внедрение такой системы позволит сократить время определения диагноза, использовать опыт, накопленный в ТКМ, относительно диагностики заболеваний и их лечения, повысит уровень обоснованности и качества принятия решений относительно диагностирования заболеваний.

EXPERT SYSTEM DIAGNOSIS OF THE PATIENT USING THE APPROACHES OF TRADITIONAL CHINESE MEDICINE (THE CONCEPT OF “U-SIN”)

D.V. Vakulenko, I.I. Suhunyak¹

*Ternopil State Medical University im.I.Ya. Horbachevsky
Zhytomyr Military Institute. SP Korolev National Aviation University¹*

In this paper general aspects of designing expert systems for the diagnosis of diseases, formalized approaches to diagnosis, symptoms and available for selection of the set of possible diagnoses. A ESDD for Traditional Chinese Medicine (TKM). Implementing such a system would reduce the time to determine the diagnosis, to use the experience gained in TKM, for diagnosis and treatment of diseases, improve the validity and quality of decision-making for diagnosis of diseases.

Вступ. В 1979 році організація охорони здоров'я дала високу оцінку традиційній китайській медицині (ТКМ), визнавши спершу, що 43 стани можуть бути вилікувані методом голкорексфлексотерапії, згодом була визнаною доцільність використання цих методів в поєднанні із традиційною медициною. Слід підкреслити, що поєднання сучасних методів фізіотерапії і фізіопунктури (акупунктура) з медикаментозною те-

рапією дозволяє отримати наступні переваги в процесі лікування:

- потенціуючий ефект при використанні ненаркотичних анагетиків та антидепресантів;
- значне покращення результатів лікування завдяки своєрідному синергізму з більшістю ліків;
- підвищення переносимості різних варіантів лікарської терапії, зменшення вірогідності алер-

© Д.В. Вакуленко, І.І. Сугоняк

гічних реакцій, токсичної дії, метаболічних порушень і др.;

– зменшення навантаження ліків (дозування) при більшій ефективності лікування.

Описані варіанти системного, системно-антисистемного підходу європейської медицини в лікуванні захворювань перекликаються з основними положеннями східної медицини. Лікарі Сходу здавна користуються положеннями теорії “У-СІН” (теорії 5-ти першоелементів), де чітко розписані взаємини між системами (органами, меридіанами) і їх взаємний вплив. Теорія “У-СІН” дозволяє цілеспрямовано використовувати принципи системності в лікуванні більшості захворювань, незалежно від методів терапії [1, 2] та значно підвищує ефект традиційної медикаментозної терапії, а деяких випадках дозволяє обійтись без неї.

Для забезпечення точної діагностики за теорією “У-СІН” в сучасних умовах доцільними є побудова експертної системи діагностування та визначення методів лікування (надалі ЕСДВМ) за відповідною методикою. Метою цього дослідження є визначення теоретичних засад та розробка проекту блоку діагностики (надалі

ЕСД) для даної системи із використанням системного підходу, теорії нечітких множин та методів багатокритеріального аналізу. Для досягнення встановленої мети у дослідженні були вирішені наступні завдання: визначено та проранжовано множину симптомів захворювання та здійснене лінгвістичне оцінювання абсолютних значень симптомів, що оцінюються за умов діагностики за методикою “У-СІН”; розроблено структуру, математичне та алгоритмічне забезпечення бази знань модуля діагностики; побудовано нечіткий алгоритм формування висновків щодо стану пацієнту за теорією “У-СІН”

Основна частина

Нехай стан *j*-го пацієнта визначається масивом наявних симптомів $E_j^c = \{e_i^j\}$. В свою чергу, *k*-те порушення балансу стихії (поняття є аналогією поняття “захворювання” в традиційній медицині) (рис. 1) визначається на множині з *n* стану різних складових організму людини, що згруповані у *m* груп за етапами діагностики, і утворюють ієрархічну множину (рис. 1).

Такий поділ полягає у групуванні за наступною ієрархією (рис. 2)

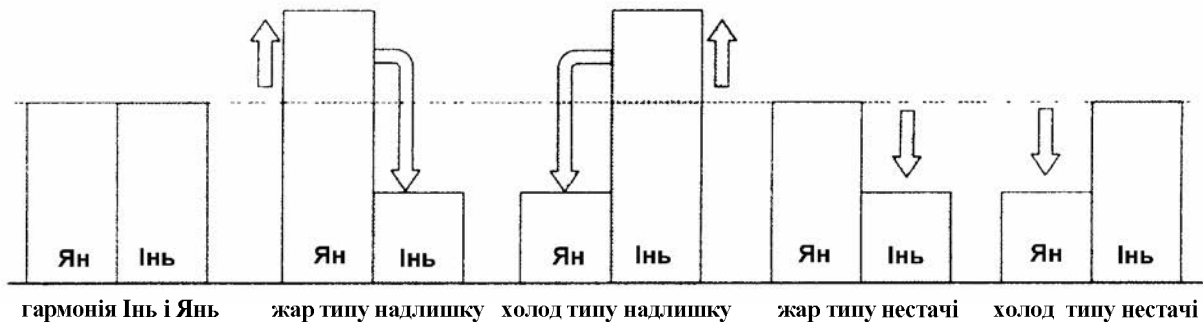


Рис. 1. Основні форми порушення балансу Інь та Ян.

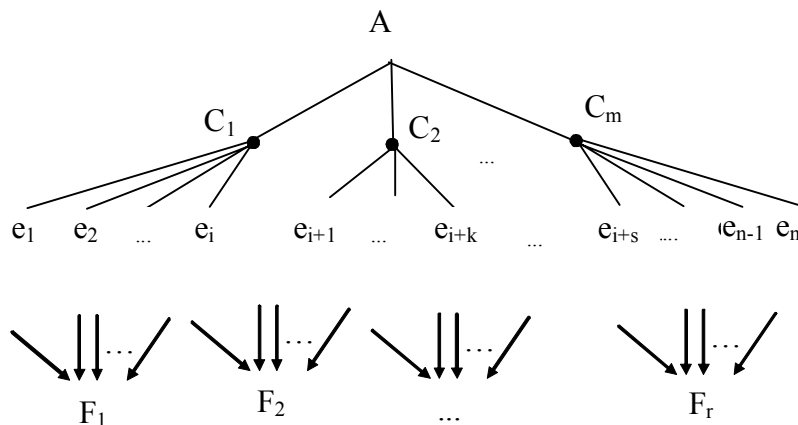


Рис. 2. Загальна структура ієрархії симптомів для визначення порушення балансу стихії.

Кожному симптому, відповідно до підходу, запропонованого у [4], відповідає лінгвістична оцінка за

шкалою 0-1 (табл. 1) та визначений методом експертних оцінок або статистичних досліджень ваго-

вий коефіцієнт ймовірності прояву симптому. Групи симптомів для окремої хвороби також ранжуються

за важливістю із використанням методу попарних порівнянь.

Таблиця 1. Огляд кольору обличчя

Діапазон значень	Оцінка	Бали
Чорний (темний)	критично низька	0
Блідо-темний	низька	0,1
Обличчя блідо-сірого кольору	знижена	0,25
Виражена блідість обличчя	незначно знижена	0,4
Блискуча пружна шкіра природних кольорів	нормальна	0,5
Почервоініння обличчя	незначно підвищена	0,6
Червоний	підвищена	0,75
Гіперемія обличчя	висока	0,9
Виражена гіпертермія	критично висока	1

Таким чином, із множини існуючих порушень балансу стихій потрібно обрати одне або їх сукупність, таку що пояснює всі наявні у пацієнта симптоми, тобто провести діагностику стану пацієнта.

ЕСД може використовуватись у клінічних та поліклінічних закладах охорони здоров'я з метою підвищення обґрунтованості прийняття рішень лікарями

щодо діагностування та вибору шляхів лікування пацієнтів за методикою "У-СІН". Така система може застосовуватись на основі експертних знань нетрадиційної, зокрема китайської медицини (ТКМ). Система призначена для застосування у наступних випадках (рис.3): діагностування, пошук варіантів лікування, ведення статистики захворювань.

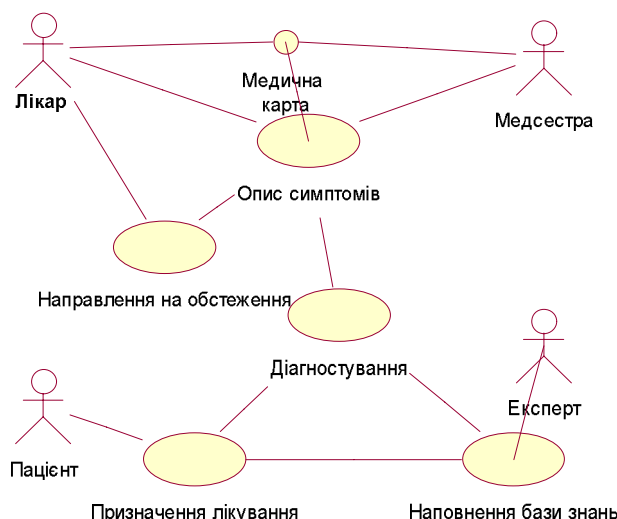


Рис.3. Діаграма варіантів використання системи.

Формування бази експертних знань щодо ознак порушення балансу стихій здійснюється двома шляхами – на першому етапі впровадження системи на основі методу експертного оцінювання, коли кожному з експертів пропонується визначити характерні для порушення балансу стихії симптоми та ймовірність їх прояву у окремого пацієнта. В подальшому при наповненні бази даних обстежень пацієнтів даний показник корелюється із статистичними результатами.

Кожному порушенню балансу стихій відповідає нечіткамножина симптомів, що визначається наступним чином:

$E_i = \{\mu_{ik} / e_{ik}\}$. μ_{ik} – визначає ймовірність (можливо нечітку) прояву даного симптому у хворих, e_{ik} .

Для визначення ймовірності прояву симптому при даному порушенні балансу стихій даного показника розглянемо два випадки:

а) симптом є бінарно визначеним (тобто або він проявляється або ні). В такому випадку для визначення його ваги використовується класичне визначення ймовірності:

$\mu_i = \frac{N_i}{N}$, для опрацювання бази даних діагностованих пацієнтів, або, якщо визначається за експертним оцінюванням, то

$$\mu_{ik} = \frac{\sum_{i=1}^n p_i v_i}{v_i}, \text{ де } v_i - \text{ваговий коефіцієнт що відоб-}$$

ражає ранг експерта.

Для узагальнення даних експертного оцінювання та статистичних даних системи, система розглядається як окремий експерт, ваговий коефіцієнт якого є лінгвістичною оцінкою обсягу наявних даних [4].

б) якщо симптом не є бінарним, тобто можливою є наявність якісно різних проявів одного симптому, його ймовірність розраховується за спрощеною формулою Байеса: $\mu_{ik} = p(N_{ir} | N_i) * p(N_i)$, де $p(N_{ir} | N_i)$ – ймовірність прояву симптому із г-статусом, серед всіх випадків прояву симптому, $p(N_i)$ загальна – ймовірність прояву симптому у хворого з даним захворюванням, далі можливим є використання декартового добутку станів системи, що забезпечить наявність декількох альтернативних нечітких множин симптомів порушення балансу стихій або використання співвідношення для нечіткої ймовірності $\mu_{ik} = \max \{ \mu_{ik}(N_{ir}) \}$ забезпечить єдиний варіант опису. При формуванні нечіткої множини симптомів захворювання для порівняння із станом пацієнта до неї включається тільки одне значення, що якісно відповідає симптому, наявному у нього.

Уточнення коефіцієнта μ_{ik} в процесі роботи системи відбувається шляхом врахування результатів поточної статистичної оцінки даних бази пацієнтів як думки окремого експерта, ранг якого підвищується із збільшенням кількості даних [4].

На етапі опису симптомів лікар або медична сестра вносить в базу даних системи всі відомості про стан пацієнта, які отримані з його пояснень, за результатами огляду, раніше зроблених обстежень та медичної карти. Далі, за наявності необхідних даних, проводиться діагностування або призначається додаткове обстеження. Після визначення захворювання пацієнту призначається лікування.

Інтегральна оцінка порушення балансу стихій визначається за методом Сааті [3]:

$$F_i^k = M E_i, \quad (1)$$

де $M \{ \pi(AC_j) \mu_{ik}(C_j e_k) \}$ – вектор вагових коефіцієнтів дуг останнього рівня.

Інтегральна оцінка наявних у пацієнта симптомів визначається аналогічним чином:

$$F_i^c = M^* E^c, \quad (2)$$

де M^* розширений вектор вагових оцінок дуг останнього рівня ієрархії симптомів порушення, в якій, за умови наявності в пацієнта симптомів, що не належать даній стихії, приймаються нульові значення для коефіцієнтів.

Для розрахунку допустимого значення ϵ від множини еталонних захворювань необхідним є розрахунок граничних інтегральних оцінок захворювання у випадку наявності для кожного захворювання однієї множини симптомів, або мінімальної та максимальної інтегральної оцінки у випадку наявності альтернативних множин симптомів.

Граничними інтегральними оцінками порушення балансу стихій у випадку наявності для кожного порушення однієї множини симптомів вважається оцінка співвідношення (1), та оцінка, що розраховується за співвідношенням (1) лише для підмножини симптомів $\mu_{ik}(C_j e_k) \geq \mu^*$ (для достатньої достовірності приймається $\mu^* = 25\%$). В обох випадках ϵ визначається як $\epsilon = (F_{\max} + F_{\min}) / 2$.

На етапі діагностування система може отримати наступні результати:

1) у пацієнта є одне порушення балансу стихій у випадку, якщо:

– нечітка множина симптомів відповідає нечіткій множині ознак хвороби, $E^c = E_i$, або $E^c \in E_i$. Для порівняння множини симптомів присвоюються значення μ_{ik} що розраховані для хвороби;

– інтегральна оцінка множини симптомів має відхилення, що не перевищує певне значення ϵ від еталонної множини симптомів, що наявні в базі знань:

$$|F_i^c - F_i^{ek}| \leq \epsilon.$$

2) пацієнт має декілька порушень балансу стихій у випадку, якщо:

– нечітка множина симптомів перетинається з нечіткою множиною ознак порушення балансу стихій, $E^c \cap E$, у такому випадку проводиться пошук сукупності з k хвороб, що задовольняють умові

$$E^c \in \bigcup_{i=1}^k E_i$$

– для кожної хвороби розраховується інтегральна оцінка підмножини симптомів E_k^c , що наявні у пацієнта і відповідають певному порушенню балансу стихій з визначеної сукупності і, відхилення від еталонної множини симптомів, що наявні в базі знань окремих

захворювань в такому випадку не перевищує певне значення ε : $|F_i^c - F_i^{ek}| \leq \varepsilon$, для всіх хвороб.

3) Пацієнт потребує додаткового обстеження у випадках, якщо:

$$- E^c \notin E_i, \text{ або } E^c \subseteq \sum_{i=1}^k E_i \text{ та немає можливості}$$

змінити масив симптомів, виключивши з його погляду незначні, та додавши інші. Обстеження визначається у напрямку, що відповідає масиву порушень балансу стихій $\inf \{ E^c - E_i \}$.

$$- E^c = E_i, \text{ або } E^c = \sum_{i=1}^k E_i, \text{ але } |F_i^c - F_i^{ek}| > \varepsilon. \text{ В та-}$$

кому випадку крім обстеження можна призначити лікування, оскільки відхилення може бути обумовлене індивідуальною реакцією пацієнта на порушення балансу стихій.

4) якщо знайдено декілька взаємовиключних порушень балансу, або декілька можливих сукупностей порушень, то найімовірнішим є захворювання з найменшим ε , за необхідності лікар може направити пацієнта на додаткове обстеження вже для визначеного переліку захворювань.

Діаграма дій системи на етапі діагностування має наступний вигляд (рис.4):

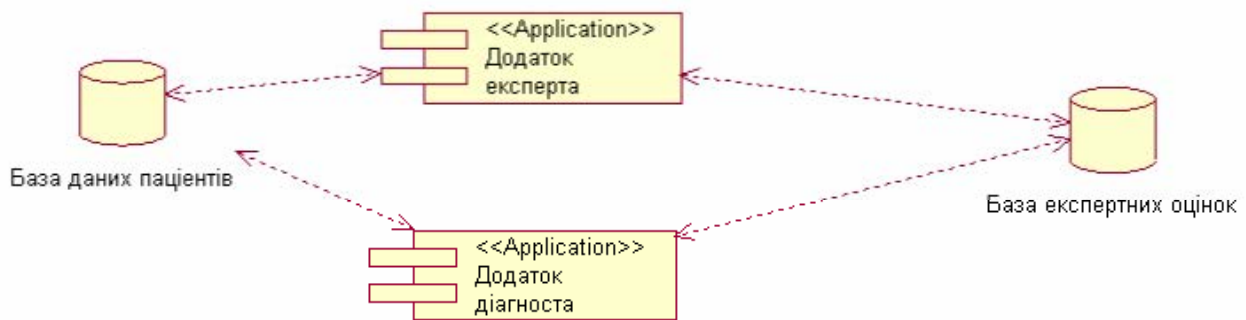


Рис.4. Компонентна структура системи.

Для забезпечення роботи підсистеми діагностування необхідно мати наступні компоненти:

База даних пацієнтів зберігає основні відомості про особу пацієнтів, відвідування ними медичного закладу та результати їх обстежень.

База експертних оцінок зберігає описи всіх можливих захворювань із визначеними симптомами та функціями належності симптомів тому чи іншому захворюванню.

Діаграма класів системи має наступний вигляд (рис.5):

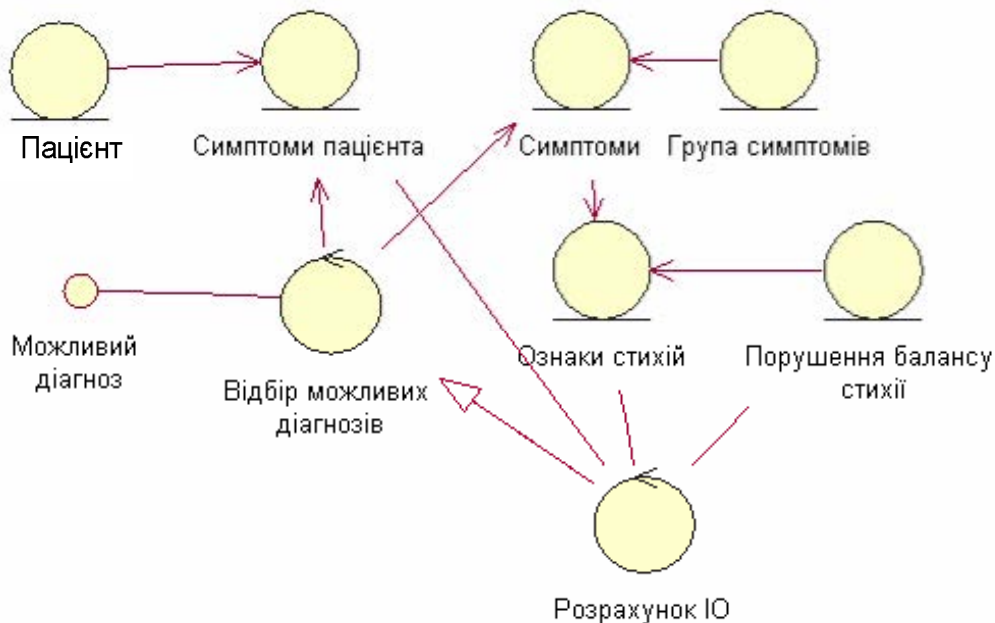


Рис.5. Узагальнена діаграма класів ЕСДЗ.

Класи “Пацієнт”, “Групи”, “Симптоми”, “Хвороби” є довідниковими класами, що зберігають загальні відомості про дані сутності. Клас “Ознаки хвороби” формується на основі експертних оцінок і зберігає інформацію про нечіткі множини симптомів хвороби у наступному вигляді (#хвороби, #симптому, значення функції належності, якісна оцінка симптому). Клас “Симптоми пацієнта” зберігає відомості результатів обстеження, з яких лікар формує множини симптомів для діагностування. Керуючий клас “Розрахунок ІО” реалізує алгоритм розрахунку інтегральних оцінок захворювань та порівняльних інтегральних оцінок множин симптомів пацієнтів. Клас “Вибір можливих діагнозів” реалізує алгоритм порівняння симптомів та пошуку відповідних порушень, а

також алгоритм відбору найбільш ймовірних діагнозів.

Операції обробки даних в системі реалізуються із використанням реляційних операторів структурованої мови запитів та алгоритмічних засобів мов програмування високого рівня.

Висновки. В роботі розглянуті загальні аспекти проектування експертної системи діагностики захворювань, формалізовані підходи до діагностування пацієнтів за наявними симптомами та вибір множини ймовірних діагнозів. Розроблено ЕСДЗ для ТКМ. Впровадження такої системи дозволить скоротити час визначення діагнозу, використати досвід, накопичений в ТКМ, щодо діагностики захворювань та їх лікування, підвищити рівень обґрунтованості та якість прийняття рішень щодо діагностування захворювань.

Література:

1. Самосюк И. З. Интегративная медицина – медицина будущего / И.З. Самосюк, Н.В. Чухраев // Научно-практический журнал “Медицинский Вестник”. – 2002. – №1-2.
2. Белоусов П. В. Теоретические основы китайской медицины / П. В. Белоусов. — Алматы, 2004. — 160 с. — (Серия «Китайская чжэнцзо-терапия»).
3. Саати Т. Принятие решений методом анализа иерархий / Т. Саати; [пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе]. — М. : «Радио и

связь», 1993. — 278 с.

4. Самохвалов Ю. Я. Экспертное оценивание. Методический аспект / Ю. Я. Самохвалов, Е. М. Науменко – К.: ДУКИТ, 2007. – 262 с.

5. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию решений / Л.А. Заде– М.: Мир, 1976. – 165с.