

Лупенко С.А., Мосій Л.Є.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
Тернопіль, вул. Руська, 56

Горкуненко А.Б.

Тернопільський державний медичний університет імені Івана Горбачевського,
Тернопіль, м-н Волі, 1

ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ ДІАГНОСТИЧНИХ ТА ТЕРАПЕВТИЧНИХ РІШЕНЬ В ОБЛАСТІ КИТАЙСЬКОЇ ОБРАЗНОЇ МЕДИЦИНИ

The article is devoted to the development of an expert system as part of an integrated onto-oriented information-analytical environment for scientific research, professional healing activities and e-learning of Chinese Image Medicine.

Keywords - Information System, expert systems, ontology, Chinese Image Medicine

1. Вступ.

Розробка інтелектуалізованих засобів підтримки прийняття діагностичних та терапевтичних рішень на основі технологій проектування онто-орієнтованих експертних систем (ЕС) в галузі китайської образної медицини (КОМ) є важливим науково-технічним завданням, вирішення якого сприятиме підвищенню якості та інтенсифікації професійної діяльності фахівців КОМ та інтеграції КОМ в середовище інтегральної медицини, що відповідає стратегії Всесвітньої організації охорони здоров'я в сфері народної медицини, нормативним документами Міністерства охорони здоров'я України та Програмі наукових досліджень китайської образної медицини на 2017-2023 роки.

2. Експертна система

Експертна система – це система здатна замінити експерта-людину при рішенні деяких задач в певній предметній області. Тобто дана система буде корисною як студентам-початківцям в галузі КОМ, так і мало досвідченим імідж-терапевтам, які зможуть робити запити, та отримувати компетентні рішення на основі експертних знань, що попередньо були закладені у неї. Експертна система видаватиме рекомендаційну діагностичну інформацію та персоналізовану схему лікування пацієнта методами КОМ, ґрунтуючись на відомостях (персональних та медичних) про пацієнта та вмісті бази знань КОМ.

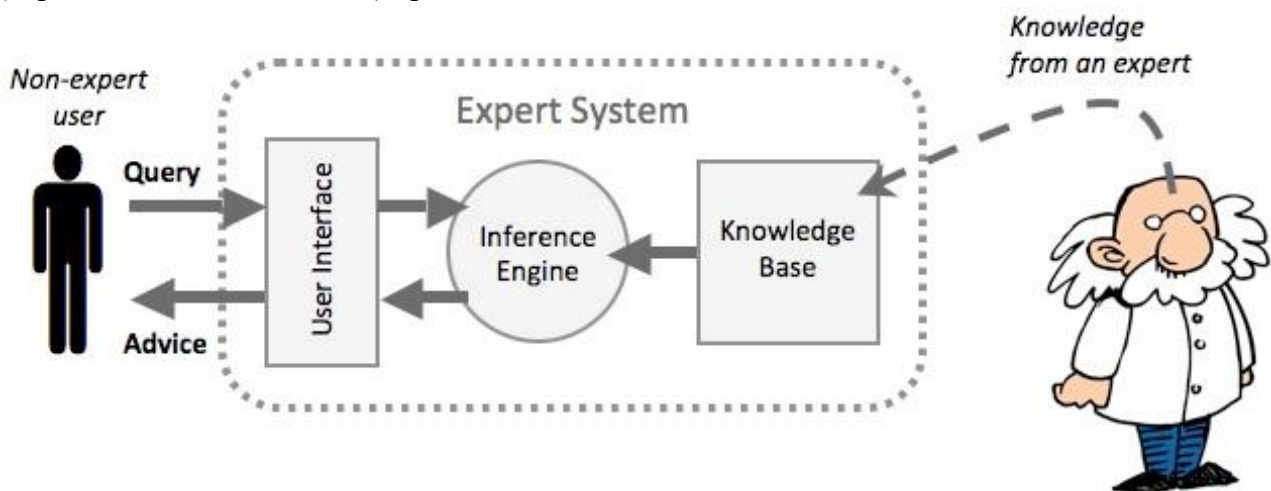


Рисунок 1. Узагальнена схема роботи експертної системи

Експертна система у порівнянні з людською компетентністю має ряд переваг, що представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Людська компетентність	Штучна компетентність
Нестійка	Постійна
Важко передати	Легко передати
Важко документована	Легко документована
Непередбачувана	Стійка
Коштовна	Прийнятна по затратах

А також у таблиці 2 представлені особливості компетентності експертних систем у порівнянні з людською компетентністю.

Таблиця 2

Людська компетентність	Штучна компетентність
Творча	Запрограмована
Пристосовуюча	Потребує підказки
Використовує чуттєве сприйняття	Використовує ввід символів
Широка по охопленню	Вузьконаправлена
Використовує загальнодоступні дані	Використовує спеціалізовані знання

У системах штучного інтелекту є різні методи формалізації та структуризації знань для їх подальшого опрацювання. До класичних методів представлення знань відносять: предикати першого порядку, продукційні правила, семантичні мережі, фрейми, нейронні мережі. У медичних системах підтримки прийняття рішень широко представляють знання у вигляді продукційних правил, тобто подають у вигляді **ЯКЩО (умова), ТО (дія).**

IF умова THEN дія

IF турбує сильний біль

THEN треба йти до лікаря

IF порізався

THEN дезинфікуй рану

Рисунок 2. Приклад продукційних правил

Огляд онто-орієнтовних медичних експертних систем підтримки прийняття рішень

Virtual Medical Doctor (Hamido FUJITA, Iwate Prefectural University, Iwate, Japan)

Система Virtual Medical Doctor (VMD) призначена замінити на першій стадії обстеження пацієнта реальним доктором. [1]. У зв'язку з цим пацієнт спілкується з аватаром, що імітує лікуючого лікаря. Для реалізації онтології і вводу даних використовується: OWL, Protégé, SWRL.

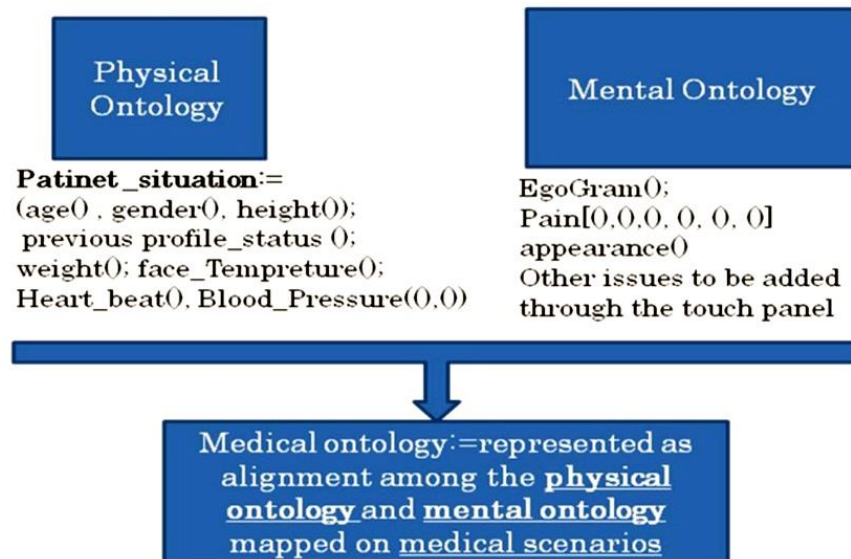


Рисунок 3. Структура організації онтологій у Virtual Medical Doctor

VMD враховує не тільки фізичний стан хворого, але і його емоційний стан, в зв'язку з цим в своїй роботі використовує дві онтології: Ментальну і Фізичну онтології.

Для виявлення медичних сценаріїв використовується Байєсова мережа, яка виявляє набір випадкових змінних та їх умовних залежностей за допомогою орієнтованого ациклічного графу.

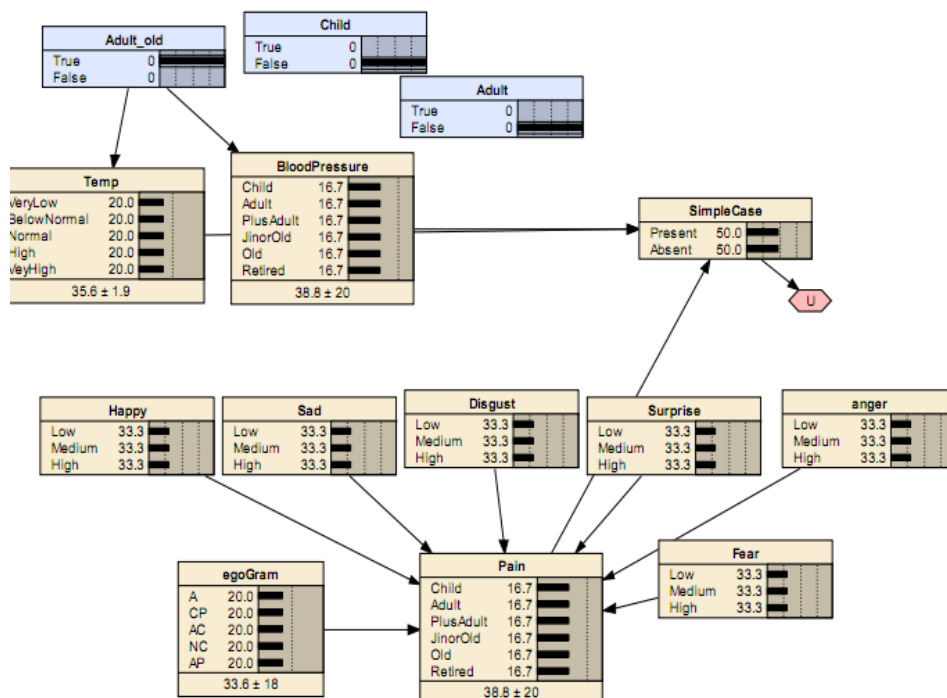


Рисунок 4. Байєсова мережа Virtual Medical Doctor виявлення медичних сценаріїв

Приклад простого медичного сценарію: Застуда: Фізичні дані: м'ягка гарячка; Ментальні дані: Змученість (роздратування (50%), Сумний стан (30%), Депресія (20%)). Результати сценарію озвучує спеціальний віртуальний асистент. Якщо програма не знайшла підходящого сценарію, пацієнт направляється до реального лікаря.

HEARTFAID project (Marin PRCELA, Dragan GAMBERGER and Alan JOVIC, Rudjer Boskovic Institute, Laboratory of Informational Systems, Zagreb, Croatia)

Проект HEARTFAID націлений на створення інструментарію для побудови медичних експертних систем для моніторингу і лікування хворих з серцевою недостатністю [2]. У рамках проекту була розроблена онтологія серцевої недостатності (Heart Failure Ontology), що включає біля 200 класів, 100 властивостей і більше 2000 екземплярів. Там, де можливо, поняття забезпечуються CUI (Concept Unique Identifier) ідентифікатором з UMLS (Unified Medical Language System). UMLS Knowledge Source Server, використовується як головний довідник медичних термінів, інтегрує біля 100 різних тезаурусів.

Для реалізації онтології і виводу даних використовувались: OWL, Protégé, правила (SWRL).

На рисунку 5 представлений фрагмент онтології: деякі релевантні класи та властивості онтології.

Діагноз: Систолічна серцева недостатність

IF у хворого є ознаки серцевої недостатності або симптоми серцевої недостатності
 AND
 Патологічне ЕКГ (блок гілок лівого розшарування та передні Q хвилі)
 AND
 Пацієнт має (ішемічна хвороба серця)
 AND
 Патологічний рентген грудної клітини (кардіотракальний коефіцієнт > 0,5)
 AND
 Підвищений рівень натрійуретичного пептиду ($BNP > 100 \text{ нг / мл}$)

Рисунок 5. HEARTFAID. Логічні правила

Детально архітектура CDSS складається з наступних компонентів: бази знань галузі, модельної бази, мета бази знань, мозок та блоку пояснень.

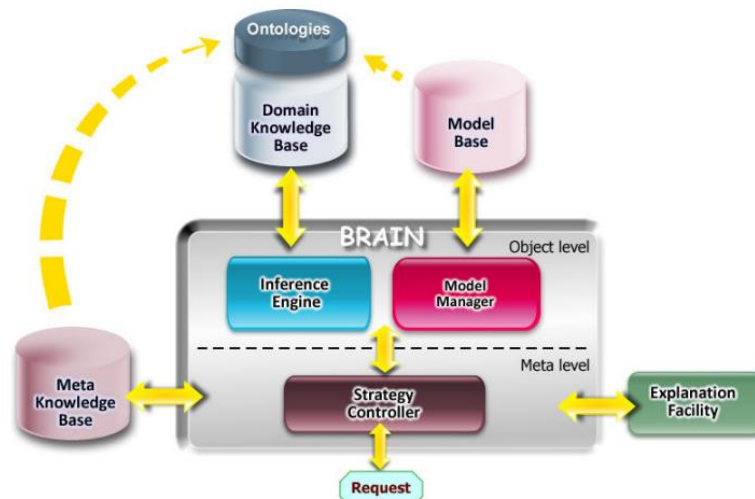


Рисунок 6. Блок-схема експертної системи HEARTFAID

На рисунку 7 представлений фрагмент онтології: деякі релевантні класи та властивості онтології.

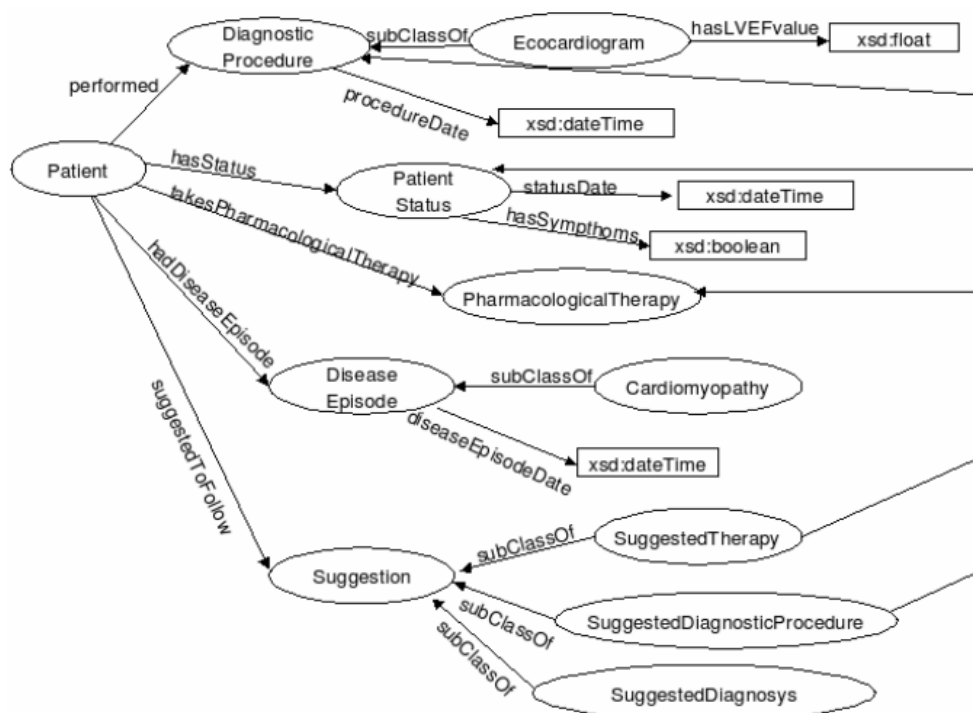


Рисунок 7. Фрагмент онтології системи HEARTFAID

Personal Health Assistance Service Expert System (PHASES) (Chakkrit Snae, and Michael Brueckner, Faculty of Science, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand)

Експертна система дає поради як правильно харчуватись і вести здоровий спосіб життя (які рекомендуються фізичні навантаження) [3].

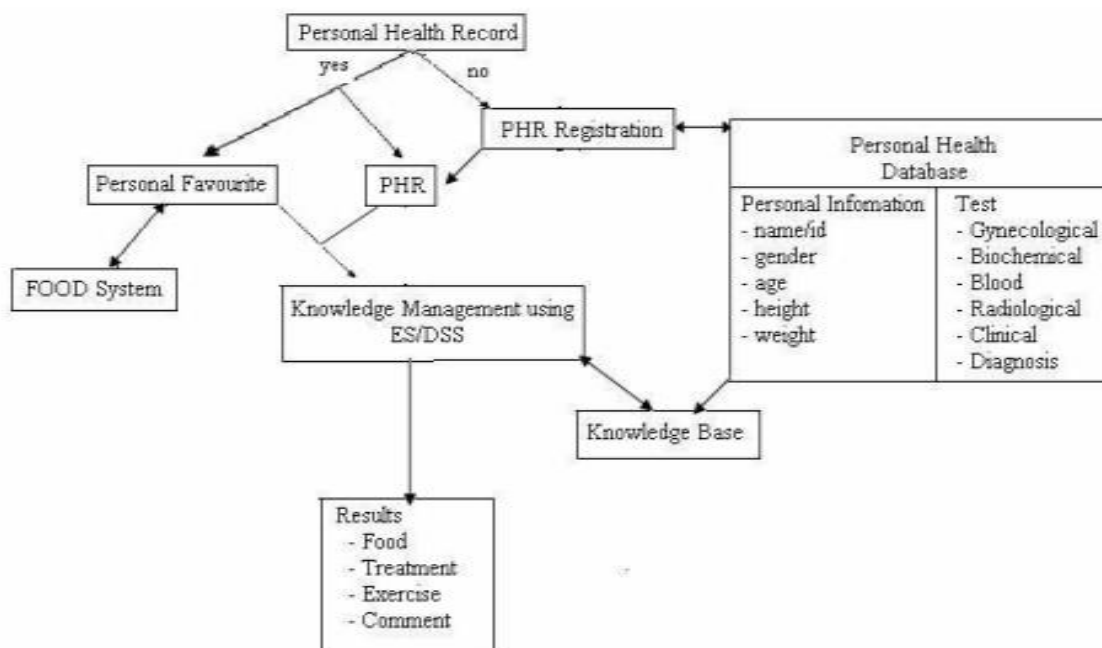


Рисунок 8. Структурна схема PHASES

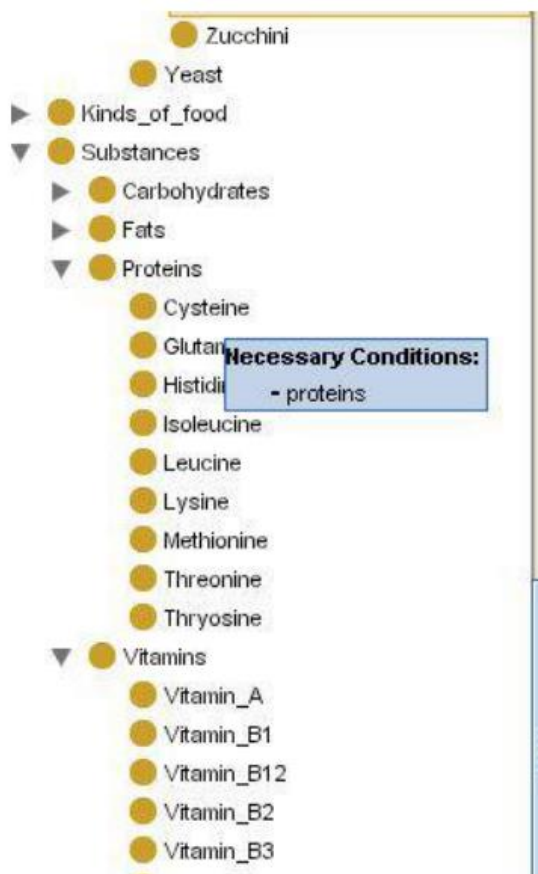


Рисунок 9. Фрагмент онтології PHASES

Деякі з основних питань, на які повинні відповісти онтологія, є: якщо користувачі вводять певну хворобу, наприклад діабет, в інтерфейсі користувача, який тип їжі буде рекомендований при цьому? Які хороші альтернативи для вживання їжі, яку вибрав користувач?

Використовується: персональна картка пацієнта (Personal Health Records), онтологія їжі і харчування, а також система правил, що використовує онтологію для вироблення рекомендації.

PUFF (Stanford University and Pacific Presbyterian Medical Center (Janice Aikins, John Kunz, Ted Shortliffe, Robert Fallat))

PUFF - експертна система для діагностики захворювань легень. Лікар направляє пацієнта до лабораторії легеневого тестування. Пацієнт вдихає / видихає через трубку, підключену до комп'ютера, що вимірює витрати і об'єм повітря. PUFF приймає ці дані разом з допоміжними даними (вік, стать, історія куріння) та друкує діагноз [4].

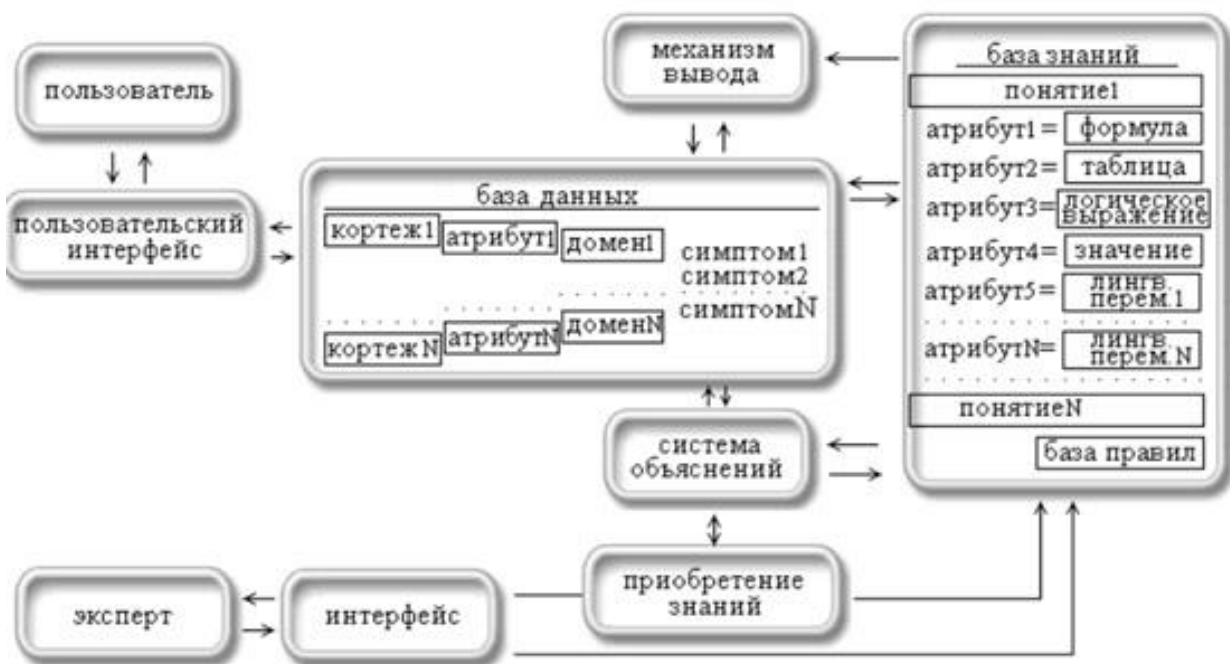


Рисунок 10. Структурна схема системи PUFF

Приклад продукційного правила у системі PUFF представлено на рисунку 11.

IF:

1. The severity of obstructive airways disease of the patient is greater than or equal to mild, and
2. the degree of diffusion defect of the patient is greater than or equal to mild, and
3. the TLC observed/predicted of the patient is greater than or equal to 110, and
4. the observed/predicted difference in RV/TLC of the patient is greater than or equal to 10

THEN:

1. There is strongly suggestive evidence (0.9) that the subtype of obstructive airways disease is emphysema, and
2. It is definite (1.0) that "OAD, Diffusion Defect, elevated TLC, and elevated RV together indicate emphysema" is one of the findings

Рисунок 11. Приклад продукційного правила у системі PUFF

Ontology-Oriented Diagnostic System for Traditional Chinese Medicine Based on Relation Refinement

Ontology-Oriented Diagnostic System for Traditional Chinese Medicine Based on Relation Refinement – це Онто-орієнтовна система для традиційної китайської медицини на основі удосконалення зв'язків [5].

Синдром асоціюється із клінічним знаходженням ряду особливостей, що описують хворобу, патологічний стан або фізіологічні вади. Основна ідея онтології побудувати абстрактне знання через ресурс трьох (s,p,o), що констатує, що відношення, позначені *p*, існують між суб'єктом *s* та об'єктом *o*. Синдром асоціюється із клінічним знаходженням ряду особливостей, що описують хворобу, патологічний стан або фізіологічні вади.

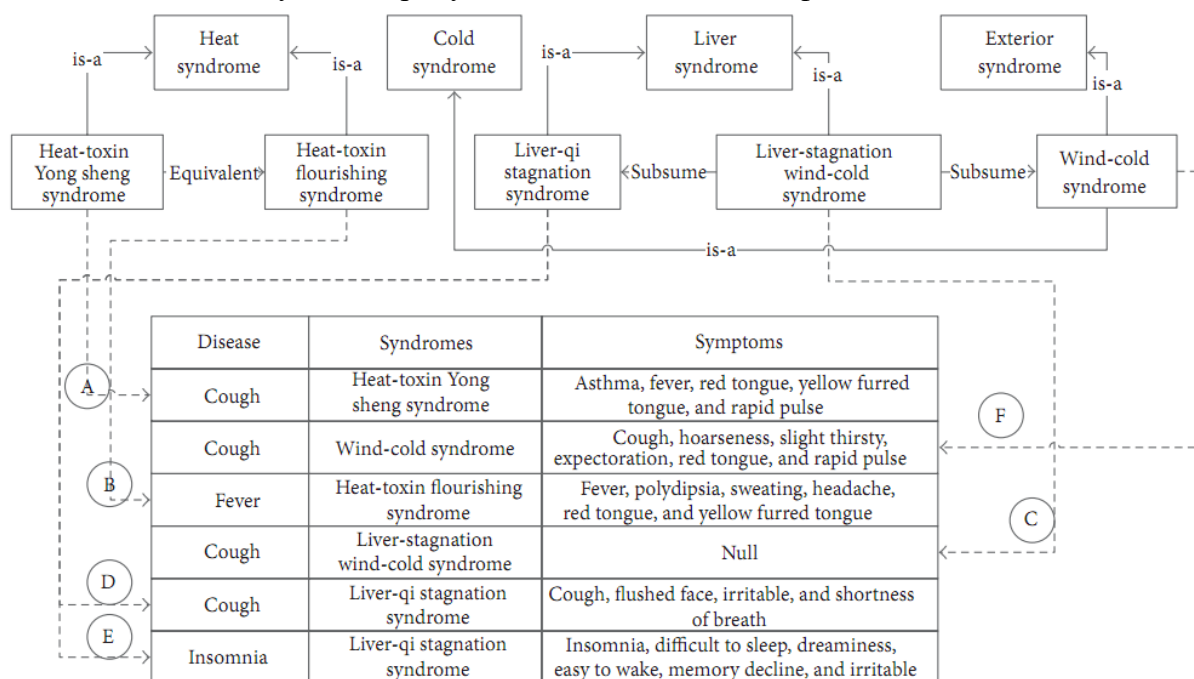


Рисунок 12. Блок схема симптомів, синдромів, захворювань та зв'язків між ними у онто-орієнтовній системі для традиційної китайської медицини на основі удосконалення зв'язків

Експертна система як частина інтегрованого онто-орієнтованого інформаційно-аналітичного середовища наукових досліджень, професійної цілительської діяльності та електронного навчання КОМ.

Важливою складовою розроблюваного інформаційно-аналітичного середовища є експертна система підтримки прийняття діагностичних та терапевтичних рішень в області КОМ, що дасть змогу підвищити якість діяльності КОМ-фахівців [6, 7].

Модуль формування результатів діагностування методами КОМ повинен забезпечувати ввід персональної та медичної інформації пацієнтів, що включає інформацію, яка отримана методами конвенційної медицини, а саме, історія хвороби та результати медичних обстежень (лабораторні аналізи, результати функціональної діагностики, заключення лікаря, тощо), а також включає діагностичну інформацію, яка отримана методами ТКМ та КОМ, а саме, результати пальпаційного діагностування, результати енергетичного діагностування рукою і(або) тілом, результати внутрішньої образної діагностики («око ума», «друге серце»), та інформацію сомооцінки (фізичний та психологічний стан) пацієнта до та після терапії (див. табл. 3).

Таблиця 3.

Види діагностичної інформації

Персональна інформація (вік, стать, члени сім'ї і т.д.)	Медична інформація про пацієнта включає інформацію, яка отримана методами конвенційної (західної) медицини, а саме, історія хвороби та результати медичних обстежень (лабораторні аналізи, результати функціональної діагностики, заключення лікаря, тощо)
Інформація сомооцінки (фізичний та психологічний стан) пацієнта до та після терапії, із використанням методів психологічного шкалювання	Діагностична інформація, яка отримана методами ТКМ та КОМ, а саме, результати діагностування методами ТКМ (огляд, вислуховування, результати пальпаційного діагностування), результати енергетичного діагностування рукою і(або) тілом, результати внутрішньої образної діагностики («око ума», «друге серце»)

Важливою фундаментальною складовою інтегрованого онтоорієнтованого інформаційно-аналітичного середовища наукових досліджень, професійної цілительської діяльності та електронного навчання китайської образної медицини є його база знань у вигляді онтології (рис.13).

До основних вимог, які висуваються до проектованої експертної системи, належать такі вимоги.

1. До складу експертної системи повинні входити:

- 1) графічний інтерфейс користувача (КОМ-фахівця) та адміністратора (інженера зі знань);
- 2) модуль формування медичних (діагностичних та терапевтичних) висновків;
- 3) модуль пояснень та обґрунтувань;
- 4) модуль придбання знань.

Враховуючи специфіку КОМ, математичне забезпечення експертної системи буде ґрунтуватися на застосуванні математичного апарату теорії ймовірності, нечіткої математики, математичної логіки та теорії онтологічного моделювання.

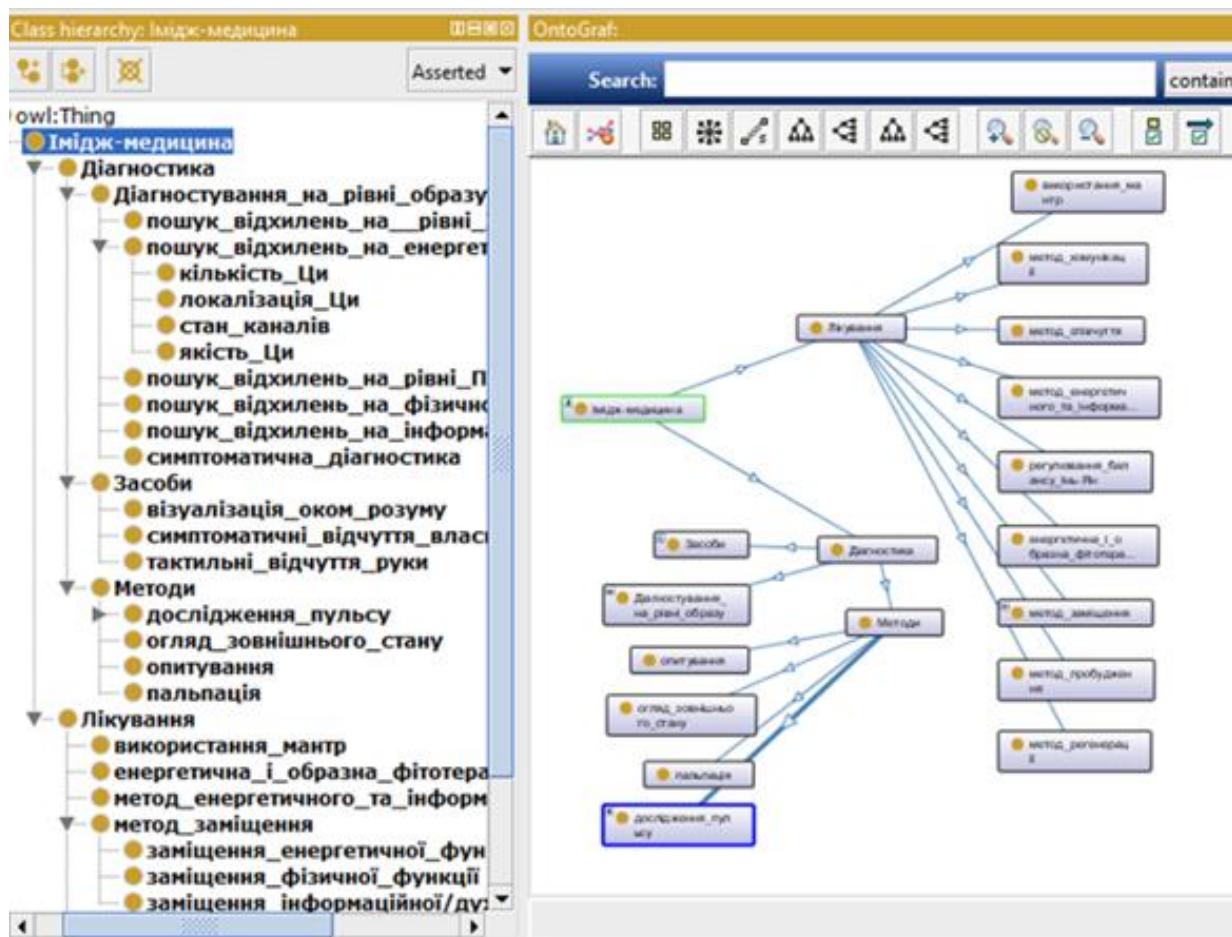


Рисунок 13. Фрагмент онтології КОМ

Узагальнену архітектуру експертної системи підтримки прийняття діагностичних та терапевтичних рішень в області КОМ подано на рисунку 14.

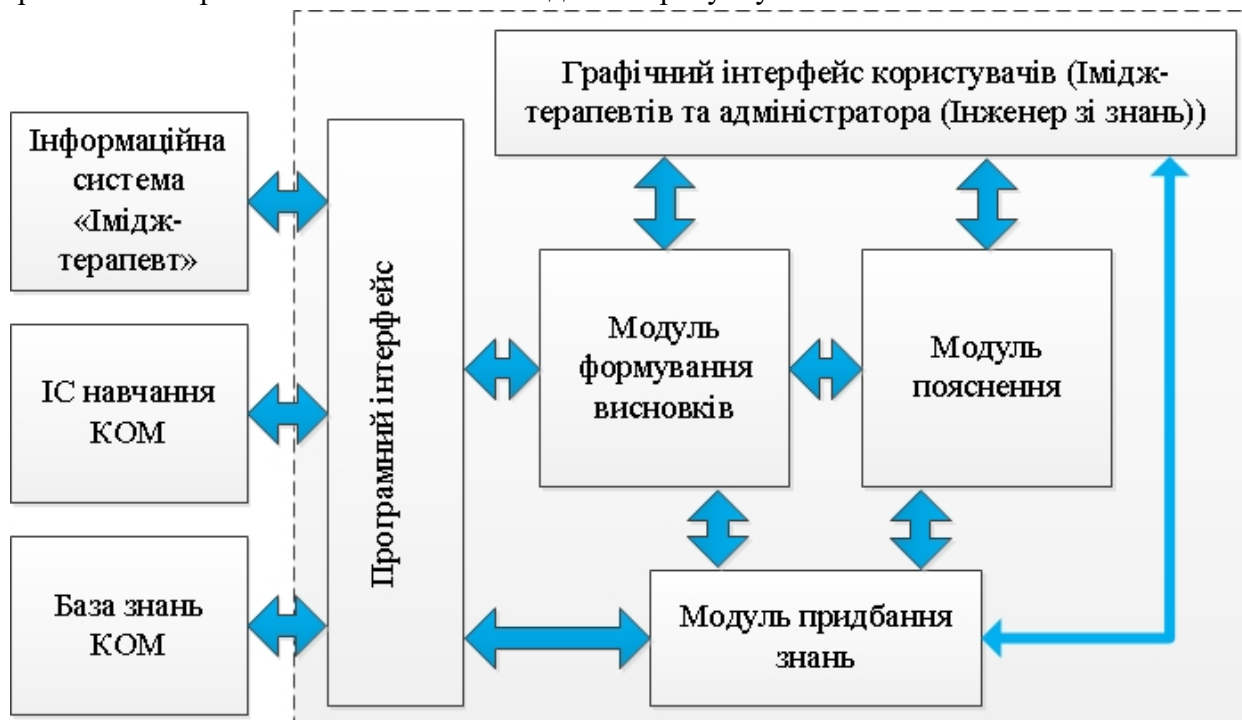


Рисунок 14. Узагальнена архітектура експертної системи підтримки прийняття діагностичних та терапевтичних рішень в області КОМ

Організація представлення знань у експертній системі здійснюється з допомогою продукційних правил, приклад такого правила представлено на рисунку 15.

IF холод в нирках;

AND

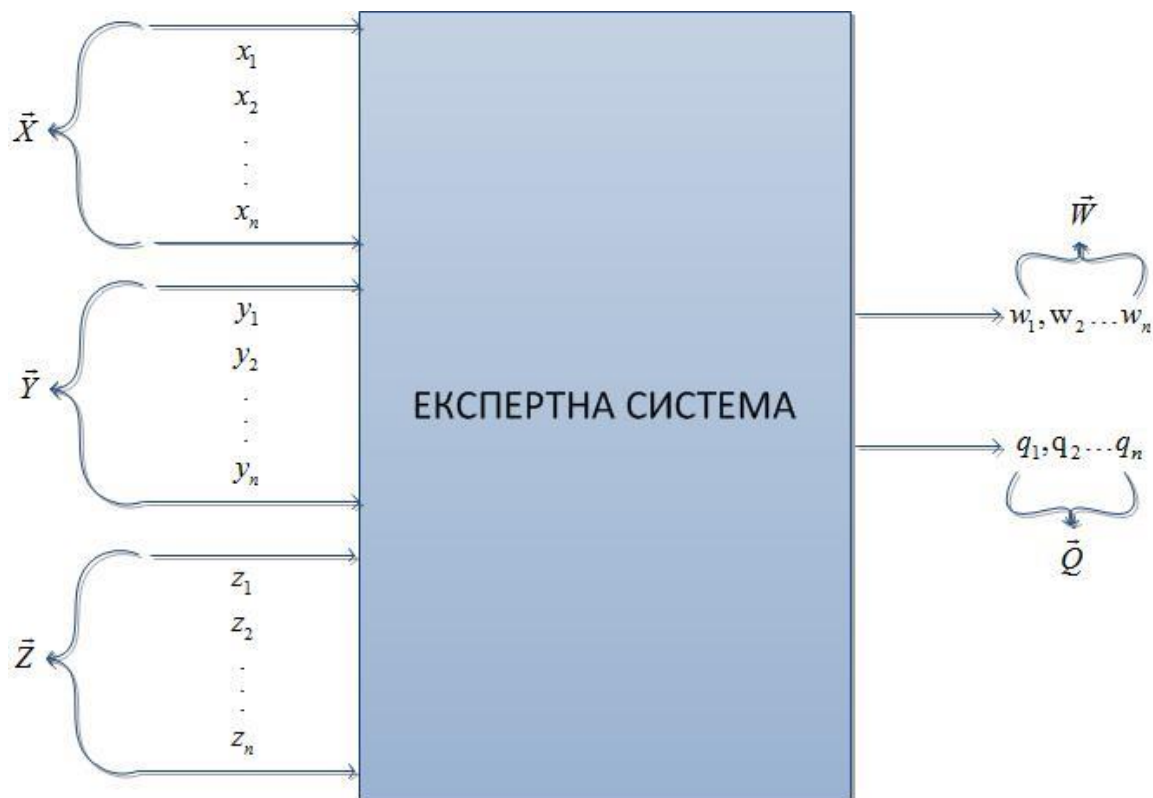
патогенна холодна Чі в матці.

Рекомендації:

- 1) замінити патогенну холодну Чі в матці на свіжу Чі;
- 2) активізувати нирки та дати Ян Чі ниркам.

Рисунок 15. Продукційне правило розроблюваної експертної системи

Блок-схема вхід-вихід функціонування експертної системи представлено на рисунку 16.



де X – терапевтичні дані; Y – інформація самооцінки; Z – персональні дані;
 W – діагностичні рішення; Q – терапевтичні рішення.

Рисунок 16. Блок-схема вхід-вихід функціонування експертної системи

3. Висновки

Розроблення експертної системи як частини інтегрованого онто-орієнтованого інформаційно-аналітичного середовища наукових досліджень, професійної цілительської діяльності та електронного навчання КОМ є важливою науково технічною проблемою, вирішення якої допоможе імідж-терапевтами обмінюватись колективним досвідом, провести

уніфікацію, класифікацію набутих ними знань, сприятиме навчанню початківців у даній області, дозволяє постійно збільшувати базу знань, а також дозволить проводити тестування різних нових підходів у КОМ.

Список літературних джерел

1. *Intelligent Systems: Models and Applications: Revised and Selected Papers from the 9th IEEE International Symposium on Intelligent Systems and Informatics SISY 2011.* – 2013, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – P. 344.
2. *An Approach to Decision Support in Heart Failure* / S. Colantonio, M. Martinelli, D. Moroni, O. Salvetti, F. Perticone, A. Sciacqua, D. Conforti, A. Gualtieri / *Semantic Web Applications and Perspectives. Proceedings of the 4th Italian Semantic Web Workshop 18-20 December, 2007.* - University of Bari, Italy, 2007. - Vol-314. – pp. 160-170.
3. *Personal Health Assistance Service Expert System* / C Snae, M Brueckner / *International Journal of Health and Medical Engineering* .- 2007. - Vol:1, No:8 .- pp. 344-347.
4. *Knowledge-Based Systems*
5. *Ontology-Oriented Diagnostic System for Traditional Chinese Medicine Based on Relation Refinement* / Peiqin Gu, Huajun Chen, Tong Yu / *Computational and Mathematical Methods in Medicine.* – Hindawi Publishing Corporation, 2013. – pp. 1-12.
6. *Integrated onto-based information analytical environment of scientific research, professional healing and e-learning of Chinese image medicine* / S.A. Lupenko, O.R. Orobchuk, D.V. Vakulenko, A.S. Sverstyuk, A.B. Horkunenko // *Вісник Національного університету «Львівська Політехніка: Інформаційні технології.* — Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2017. — №872. — С. 10-20.
7. *Горкуненко А. Б. Онтоорієнтовна експертна система для китайської образної медицини* / А. Б. Горкуненко, С.А. Лупенко // *Матеріали XX наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.* – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя (м. Тернопіль, 17-18 травня 2017 року), 2017. – 74 с.