

**Яровенко А.Г.<sup>1</sup>**

**Мунтян О.А.<sup>2</sup>**

**Мунтян М.Л.<sup>2</sup>**

## **ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ В МЕДИЧНИХ СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ**

<sup>1</sup> *Вінницький національний технічний університет*

<sup>2</sup> *Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова*

### **Вступ**

Однією з найважливіших задач, визначених Концепцією інформатизації охорони здоров'я України, прийнятій в 2017 році, є «підвищення ефективності праці лікарів, якості медичних послуг за рахунок вдосконалення робочих процесів за допомогою ІКТ, впровадження систем підтримки клінічних рішень» [1, с.4].

Специфіка діагностики захворювань чи патологій полягає в тому, що на ранніх стадіях вони відзначаються поганою симптоматичністю, тому навіть досвідченому лікарю досить складно виявити ознаки, які вказують на наявність захворювання. Саме тому сучасна медична діагностика базується на доказовому підході, який заснований на використанні високоточної апаратури і нових інформаційних технологіях і дозволяє отримати достовірні дані про стан організму людини та об'єктивно його оцінити [2, с.9].

Але просте підвищення точності вимірювань фізіологічних показників не дозволяє сформулювати та обґрунтувати чітку кореляцію між суб'єктивними відчуттями пацієнта та діагностичними даними. Тому тільки сучасні інтелектуальні технології підтримки прийняття рішень дозволяють підвищити достовірність результатів діагностичних досліджень за рахунок використання спеціалізованих методів обробки даних та надання клініцисту розширеної інформації щодо патологічного процесу.

## **1. Системи підтримки прийняття лікарського рішення**

Сучасні системи підтримки прийняття рішень (СППР, англ. Decision Support Systems, DSS) виникли у результаті злиття управлінських інформаційних систем та систем управління базами даних і є інструментом надання допомоги тим, хто вирішує (приймає рішення). Тобто призначенням таких систем є підтримка дій особи, яка приймає рішення, у пошуку ефективного рішення. За допомогою СППР може проводитись вибір рішень у певних неструктурованих і слабо структурованих задачах, у тому числі й тих, що мають багато критеріїв. СППР забезпечує користувачам доступ до даних та/або моделей, таким чином вони можуть приймати оптимальні рішення. Обов'язковими компонентами СППР є база даних, яка містить інформацію про об'єкти, що аналізуються, та база моделей, в якій зберігаються математичні, логічні, лінгвістичні та інші моделі, які використовують для багатокритеріального, порівняльного аналізу альтернатив рішення. Технологія опрацювання даних в СППР базується на методах інтелектуального аналізу даних з використанням апарату Data Mining (насамперед, методів класифікації, кластеризації, прогнозування, асоціації, ідентифікації та визначення змін) та багатомірного статистичного аналізу.

Особливої актуальності прийняття вірних рішень має в медицині та охороні здоров'я, так як помилкові дії в тактиці чи стратегії лікування хворого можуть призвести до подальшої втрати здоров'я людини [3]. Крім того, рішення часто мають прийматися в умовах цейтноту, а також беручи до уваги високу вартість кожної помилки, проблема забезпечення лікарів сучасними засобами підтримки прийняття рішень стає все більш актуальною. З розвитком інформаційних технологій стали актуальними питання створення медичних СППР, використання яких в медичній практиці дає можливість не тільки зменшити імовірність допущення помилки в ході діагностики та лікування, а й спростити роботу лікарів.

За даними звіту про тенденції в галузі охорони здоров'я від Stanford Medicine майбутнє охорони здоров'я залежить від ряду важливих тенденцій, серед яких виділяють прогнозування та профілактику захворюваності [4]. У цьому

контексті, якісний аналіз даних може потенційно поліпшити лікування пацієнтів, знайти невідомі фактори ризику захворювань або виявити супутні захворювання, зробити медичну діагностику більш точною, покращити управління витратами, тощо.

Системи підтримки прийняття лікарського рішення (СППЛР) (англ. Clinical decision support system, CDSS – системи підтримки прийняття клінічних рішень) є медичними інформаційними системами, призначеними для допомоги медичним спеціалістам в роботі із задачами, зв'язаними з прийняттям клінічних (лікарських) рішень. Таке означення було запропоноване Робертом Хейвордом (Robert Hayward), співробітником Центру доказової медицини (Centre for Health Evidence): «Системи підтримки прийняття лікарських рішень зв'язують результати клінічних досліджень з даними, наявними у відношенні конкретного пацієнта, впливаючи на вибір лікарського рішення для більш ефективного надання медичної допомоги». Розробка та впровадження таких СППЛР в практику є одним з головних напрямів розвитку штучного інтелекту в медицині.

## **2. Об'єкт дослідження**

Очевидно, що медичні (клінічні) СППР мають базуватись на актуальних медичних знаннях. А для застосування в таких СППР медичні знання мають бути формалізовані [5, с.156]. Одним із методів формалізації медичних знань є побудова математичної та/або інформаційної моделі об'єкта дослідження.

Для подальшого розгляду важливо визначити поняття «об'єкт дослідження» (ОД). В літературі, особливо в навчально-методичній, приводиться багато означень цього терміну, які, претендуючи на оригінальність та загальність, звужують рамки визначення терміну, порушуючи власне загальність цього терміну. Очевидно, що обмеження категорії «об'єкт дослідження» тільки реальними чи уявними, природними чи штучними об'єктами (предметами, процесами, явищами) є, м'яко кажучи, некоректним.

ОД, як елемент ПрО, визначимо так:

ОД (об'єкт-оригінал) – це окремий елемент або система, процес, явище або ефект в ПрО, який досліджується з метою визначення його основних

властивостей (характеристик), виявлення закономірностей чи особливостей його функціонування та прогнозування його стану (поведінки) у майбутньому.

В наведеному означенні підкреслюється мета дослідження ОД – вивчення його властивостей і стану (поведінки) та прогнозування цього стану у майбутньому.

Стан та поведінка ОД визначаються його власними (внутрішніми) властивостями, які називаються параметрами, та впливами зовнішнього середовища, які називаються факторами (керуваннями, збуреннями) і є властивостями самої ПрО і/або властивостями інших об'єктів ПрО.

В нашому підході до побудови медичних СППР діагностичного типу ОД є пацієнт, який розглядається (досліджується) в деякому фрагменті ПрО – окремій вузькоспеціалізованій області медицини, яка визначає сферу застосування СППР. Саме параметри ОД – властивості та характеристики пацієнта – розглядаються та аналізуються в СППР з метою оцінки стану пацієнта, тобто, діагностики.

У відповідності з концептуальною структурою медичних СППР діагностичного типу для обґрунтування та підтримки лікарського рішення необхідно мати базу моделей ОД для різних фрагментів ПрО.

В цій роботі розглядається процес побудови інформаційної моделі ОД для медичних СППР діагностичного типу.

### **3. Інформаційна модель об'єкта дослідження для медичних СППР**

Під інформаційною моделлю ОД (ІМОД) будемо розуміти сукупність даних про ОД, які характеризують його найбільш істотні властивості і стани, принципово важливі для завдань дослідження та цілей моделювання.

У відповідності з теоретико-множинним підходом до моделювання систем (Томашевський В.М., Холл А., Фейджін Р. та Фейджін Ф.) подамо ІМОД, тобто, формальний опис ОД, в теоретико-множинному виді – у виді множин даних, які описують його властивості, стани та процес функціонування (поведінку) [6, с37]:

1. Множина параметрів – множина значень «власних» властивостей (атрибутів, характеристик) ОД

$$P = \{p_i\}, \quad i = 1, 2, \dots, n_p$$

2. Множина значень зовнішніх впливів – множина значень впливів зовнішнього середовища (інших об'єктів) на ОД (на його параметри):

$$V = \{v_l\}, \quad l = 1, 2, \dots, l_V$$

Впливи зовнішнього середовища можуть бути контрольованими (які спостерігаються) та неконтрольовані (збуреннями), детермінованими або випадковими, статичними або динамічними.

В загальному випадку всі вищевказані множини не перетинаються.

В будь-який момент часу стан ОД визначається значеннями  $p_i$ , та  $v_l$ .

Сукупність станів ОД утворює множину станів:

$$s_q \in S, \quad q = 0, 1, 2, \dots, n_q,$$

де  $s_0$  – початковий стан.

Сукупність залежностей станів  $s_q$  ОД від часу називатимемо фазовою траєкторією.

Поведінка (процес функціонування) ОД описується деяким оператором  $F$ , який в загальному випадку перетворює незалежні змінні в залежні у відповідності із відношеннями виду:

$$p_c(t) = F(p_i(t), v_l(t), t), \quad (1)$$

де  $1 \leq c \leq n_p, c \neq i$ .

(1) називається законом функціонування, який в загальному може бути заданий у виді функції, функціоналу, логічних умов, в алгоритмічній чи табличній формі, у виді словесного правила відповідності.

Сукупність залежностей  $p_c(t)$  називатимемо вихідною траєкторією ОД.

Враховуючи специфіку розглядуваних СППР, в подальшому для спрощення ІМОД виключимо з неї зовнішні впливи на ОД.

Нехай  $p_i$  – елементарний параметр (ознака) ОД, який може бути поданий у вигляді: <код>=<значення>. І код, і значення ознаки можуть приймати значення з деякого домену  $D$  – множини допустимих значень. Якщо для коду ознаки існує єдиний домен (перелік кодів, відповідних назвам ознак), то значення ознаки в загальному випадку можуть прийматись з різних доменів. Наприклад ознака

«Вік» може приймати значення з доменів  $V_1=[0\dots120]$ ,  $V_2=\{\text{юний, молодий, середній, літній, старий}\}$ ,  $V_3=\{\text{до 18, 18-25, 25-40, 40-60, старше 60}\}$ .

Для фіксації того, що в якості множини допустимих значень ознаки  $p$  використовується домен  $D$ , будемо використовувати нотацію  $p/D$ . Тоді можна записати: «Вік»/D, де

$$D = \bigcup_{i=1}^3 B_i.$$

Елементарні ознаки можуть бути згруповані (кластеризовані) за видом і утворювати множини ознак одного виду. Вид ознаки – це, фактично, вид аналізів (вимірювання, опитування) ОД. Наприклад, «Аналіз крові», «Антропометричні характеристики», «Результати УЗД легенів» тощо.

ІМОД подамо у вигляді кортежу:

$$IM < ID, P >,$$

де:  $ID$  – ідентифікаційний код ОД,  $P$  – множина ознак ОД, яка є об'єднанням множин видів ознак ОД:

$$P = \bigcup_{i=1}^N P_i$$

Кожен елемент  $p_j$  ( $j=1..k$ ) множини  $P_i$  ознак одного виду подається у вигляді тернарного кортежу:

$$< ID_{p_{ij}}/D_j, p_{ij}/D_{p_{ij}}, t_j >,$$

де  $t_j$  – час (у форматі *data/time*) вимірювання ознаки  $p_j$ .

Така модель є гомоморфною ОД, оскільки враховуються не всі ознаки ОД, але тільки ознаки важливі для задач діагностики.

Не важко довести, що в кожний момент часу існує єдина ІМОД, оскільки в кожний момент часу стан ОД характеризується набором значень своїх параметрів (ознак).

Використання запропонованої інформаційної моделі об'єкта дослідження дозволяє формувати базу моделей для медичних СППР діагностичного типу.

## Висновки

В цій роботі розглянуто метод побудови інформаційної моделі об'єкта дослідження на основі теоретико-множинного підходу для формування бази моделей для медичних СППР діагностичного типу. Запропонована інформаційна модель використана в СППР лікарем акушером-гінекологом, описаній в [7].

## Література:

1. Концепція інформатизації охорони здоров'я України. – [Електронний ресурс]. – URL: [https://moz.gov.ua/uploads/2/12639-pro\\_20190604\\_1\\_dod](https://moz.gov.ua/uploads/2/12639-pro_20190604_1_dod).
2. Інтелектуальні технології в медичній діагностиці, лікуванні та реабілітації: монографія / за редакцією С. Павлова, О. Авруніна. – Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2019. – 260 с.
3. Антонова-Рафі Ю.В., Московський В.І. Дослідження доцільності використання систем підтримки прийняття рішень в медицині. Аналіз недоліків та підхід до їх усунення. – Scientific Journal «ScienceRise», 2015. – №6/2(11). – с.49-52; DOI: 10.15587/2313-8416.2015.44356.
4. School of Medicine: Stanford Medicine 2017 Health Trends Report Harnessing the Power of Data in Health, 2017. Available: <https://med.stanford.edu/content/dam/sm/smnews/documents/StanfordMedicineHealthTrendsWhitePaper2017.pdf>.
5. Vladimir L. Malykh. «Decision support systems in medicine». Program Systems: Theory and Applications, 2019, 10:2(41), pp. 155–184.
6. Томашевський В.М. Моделювання систем. – К.: Видавнича група ВНУ, 2005. – 352 с.
7. Мунтян М.Л., Мунтян О.А., Яровенко А.Г. Проектування спеціалізованих медичних систем підтримки прийняття лікарського рішення. – «ЛОГОΣ. Мистецтво наукової думки», №9, Січень, 2020. – С.41-43; DOI 10.36074/2617-7064.09.009

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ  
В МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ

INFORMATION MODEL OF THE RESEARCH OBJECT IN MEDICAL  
DECISION SUPPORT SYSTEMS

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ  
В МЕДИЧНИХ СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ

**ЗМІСТ**

Вступ

1. Системи підтримки прийняття лікарського рішення
2. Об'єкт дослідження
3. Інформаційна модель об'єкта дослідження для медичних СППР

Висновки