

## ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ АВТОМАТА МІЛІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ СТАНУ ПАЦІЄНТА

© Мельникова Н.І., Шаховська Н.Б., Кісь Я.П., 2014

Висвітлено реалізацію процесу прийняття рішень у системах підтримки лікувальних рішень засобами теорії скінченного автомата Мілі, що дає можливість корегувати лікування за допомогою оцінювання поточного стану хворого.

**Ключові слова:** системи підтримки лікувальних рішень, автомат Мілі, поточний стан пацієнта.

**This article is devoted to the implementation of the decision making process in support systems of medical decision by means of the theory of finite Mealy machine, which allows to correct treatments by evaluating the patient's current state.**

**Key words:** support systems of medical decision, Mealy machine, patient's current state.

### Вступ

Проблема персоналізації даних є одним з важливих завдань, які виникають під час розроблення, проектування та вдосконалення інформаційних систем в усіх галузях людської діяльності. Персоналізація дає можливість застосувати уніфіковані методи опрацювання інформації при розгляді конкретних об'єктів з їхніми індивідуальними характеристиками. Медицина є галуззю людської діяльності, де персоналізація відіграє важливу роль при наданні валідної медичної допомоги хворим з будь-якою патологією. Отже, персоналізована медицина – це певна модель організації медичної допомоги людям, яка ґрунтується на виборі діагностичних, лікувальних чи профілактичних засобів, які були б оптимальними для повної особи з огляду на її генетичні, фізіологічні, біохімічні чи інші особливості. Головна мета персоналізованої медицини – оптимізувати та персоналізувати профілактику та лікування, уникнути небажаних побічних ефектів через виявлення індивідуальних особливостей організму людини.

### Постановка проблеми

Розвиток персоналізованої медицини вимагає більших ресурсів та організаційних змін, крім того, більшість цих змін мають відбуватися за межами фармацевтичної галузі [1]. Це сприяє подальшому вивченню персоналізованих підходів у медицині під час аналізу індивідуальної інформації пацієнтів; розроблення методів призначення лікування та персональних оцінок ризику захворювань з урахуванням якості життя хворих; формування рекомендацій щодо фармакотерапії з урахуванням особливостей хворого. Особливості такого підходу вимагають створення та впровадження нових технологій персоналізованої медицини.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

У 1960–70-ті роки в медичній літературі все частіше зустрічалась думка про те, що результати лише традиційних, лабораторних та інструментальних методів дослідження не можуть дати лікарю повну картину того, що відбувається з пацієнтом [2–4]. Зазначалося, що хвороба впливає не тільки на фізичний стан людини, а й на психологію його поведінки, емоційні реакції, часто змінюючи його місце і роль в соціальному житті, а тому ефективна допомога хворому неможлива без всебічного вивчення цих проявів.

Для підвищення ефективності лікування хворих виникає необхідність впровадження кількісних критеріїв оцінки стану хворого, згідно з якими здійснюватиметься валідний підхід під

час прийняття рішень при визначенні діагнозу чи виборі схеми лікування. На підставі цього проводять повне обстеження хворого, після чого оцінюють його загальний стан.

Оцінка загального стану хворого ґрунтується на комплексній оцінці ряду показників, що характеризують: стан свідомості, рухової активності, соціальної залежності.

Вирішальне значення має оцінка загрози для життя хворого виявленого захворювання. Оцінка важкості загального стану хворого визначає невідкладність лікувальних маніпуляцій або корегування лікування. Недооцінка важкості стану хворогоспричиняє юридичну відповідальність помилкою у практиці лікаря. [5,6] На даний час стан хворого оцінюють на підставі проведення тестів, складання таблиць відповідності нормативним показникам, використання шкал клінічних порушень у пацієнтів, загальних (EuroQoL розроблений групою європейських дослідників, а також американський опитувальник SF36) чи спеціальних опитувачів (ADVS, NEIVFQ і VF14). [2,5,7]

Оцінка загального стану хворого характеризується ступенем важкості хворого. В клініці розрізняють 4–5 ступенів важкості загального стану хворого: задовільний, середньої важкості; важкий; вкрай важкий; термінальний.

Усі ці підходи мають ознаки суб'єктивності, що знижує валідність результатів призначеного лікування. Під час розроблення методів персоналізованого підходу до призначення лікування виникає потреба визначення якісної комплексної оцінки характеристик стану пацієнта.

### **Формулювання цілі статті**

Використання показників комплексної оцінки стану пацієнта під час проведення лікування дасть змогу об'єктивізувати ці динамічні зміни, що відбуваються у стані хворого під впливом терапії, а також підібрати найадекватніші терапевтичні заходи в процесі лікування хворого. Оцінка стану після проведення лікування порівняно з первинними даними показує ефективність проведеної терапії.

### **Виклад основного матеріалу**

#### **Формалізація процесу призначення лікування за допомогою скінченного автомата**

Процес призначення лікування, що змодельований за допомогою скінченного автомата (СА), є особливим видом автомата – абстракції, що використовується для опису шляху зміни стану об'єкта залежно від досягнутого стану та інформації [8–10], отриманої ззовні. Його особливістю є скінченність множини станів. Кількість елементів множини вхідних даних  $\psi$  системи прийняття рішень є скінченна, тобто існує:

- натуральне число  $k$ , що є числом елементів множин часових даних  $S$ ,
- натуральне число  $m$ , що є числом елементів множин нечасових даних  $A$ ,

Отже  $\psi = S \cup A$ ,

де  $A$  – множина нечасових даних,  $A \in \psi$ ;

$S$  – множина часових даних,  $S \in \psi$ ;

$\Psi$  – множина нечасових та часових параметрів пацієнта.

Теорія скінчених автоматів, що є основною складовою загальної теорії автоматів, має велике прикладне значення. СА можуть розв'язувати велику кількість задач, серед яких автоматизація проектування електронних приладів, проектування комунікаційних протоколів, синтаксичний аналіз та інші інженерні застосування. В біології та медицині і дослідженнях штучного інтелекту автомати або їх ієрархії іноді використовуються для описання неврологічних систем і в лінгвістиці для описання граматики природних мов. На прикладі систем підтримки прийняття лікувальних рішень (СПЛР) теорія скінченного автомата дає підґрунтя для формалізації процесу прийняття рішень при підборі та призначенні терапевтичного лікування пацієнтів [11,17,19].

$LS = \Psi \cup P \times V \times G \cup Z$ .

Отже, на підставі введеної множини нечасових та часових параметрів пацієнта  $\Psi$ , що містить підмножини часових даних  $S$  і підмножини нечасових даних  $A$ , множини правил  $P$ , множини дій  $V$ , множини станів системи  $G$  та множини вихідних параметрів  $Z$ , можемо змодельовати етапи

призначення консервативного лікування пацієнтів за допомогою основних складових характеристик скінченного автомата, тобто множин “входів-станів-виходів”.

### Математична модель СА на прикладі СПЛР

Базуючись на розробленій моделі СПЛР, можна формалізувати лікувальну експертну систему у вигляді СА, який характеризується шістьма елементами

$$\langle G, \psi, Z, a, b, g_0 \rangle,$$

де  $G$  – скінченна множина внутрішніх станів (внутрішній алфавіт або алфавіт станів);  $\psi$  – скінченна множина вхідних сигналів (вхідний алфавіт);  $Z$  – скінченна множина вихідних сигналів (вихідний алфавіт);  $g_0$  – початковий стан,  $g_0 \in G$ ;  $\alpha$  – функція переходів;  $\beta$  – функція виходів.

$$\alpha: G \times \psi \rightarrow G$$

$$\beta: G \times \psi \rightarrow Z$$

$\alpha(g, \psi)$  та  $\beta(g, \psi)$  – однозначні функції, тобто автомат належать до класу детермінованих. У детермінованих автоматах кожен стан має лише один перехід для кожного входу. В недетермінованих автоматах вхід може призвести до одного, більше ніж одного або зовсім без переходу для даного стану. Ця різниця важлива на практиці, але не в теорії, через існування алгоритму трансформації будь-якого недетермінованого СА у складніший детермінований СА з однаковою функціональністю [11].

Для обох детермінованих і недетермінованих СА зручно дозволити  $\alpha$  бути неповною функцією, тобто  $\alpha(g, \psi)$  не має бути визначеною для кожної комбінації  $g \in G$  та  $\psi \in \Psi$ . Якщо СА знаходиться в стані  $g$  і  $\alpha(g, \psi)$  не визначена, тоді система може повідомити про помилку (тобто відхилити введення).

Якщо функція виходу є функцією стану і вхідного алфавіту ( $\beta: G \times \psi \rightarrow Z$ ), таке визначення відповідає моделі Мілі, і може бути виконана як автомат Мілі. Якщо функція виходу залежить тільки від стану ( $\beta: G \rightarrow Z$ ), тоді таке визначення відповідає моделі Мура, і може бути виконана як автомат Мура. Скінченний автомат без функції виходу відомий як напівавтомат, або як модель станів і переходів [12–14]. Отже, у даному прикладі СПЛР скінченний автомат характеризується на основі концепції теорії автомата Мілі, отже, функція вихідних сигналів залежить від множини станів системи та вхідних сигналів, тобто параметрів стану пацієнта.

Автомат, що заданий MLS2-моделлю, яка характеризує процеси прийняття рішень в СПЛР на основі концепції теорії автомата Мілі:

$$MLS_2 = \langle G, \psi, Z, a, b, g_0 \rangle,$$

функціонує в дискретному автоматному часі, моментами якого є такти, тобто суміжні однакові інтервали часу, кожному з яких відповідають однакові значення вхідних і вихідних сигналів та внутрішнього стану.

Позначимо  $g(t)$ ,  $\psi(t)$ ,  $z(t)$  – внутрішній стан, вхідний та вихідний сигнал  $t$ -го такту,  $g(0) = g_0$ .

Під час розв'язання задач прийняття лікувальних рішень мінімізують кількість станів автомата для роботи згідно з заданим алгоритмом, зокрема такий автомат називають абстрактним. На рис. 1. зображено схему абстрактного автомата СПЛР.

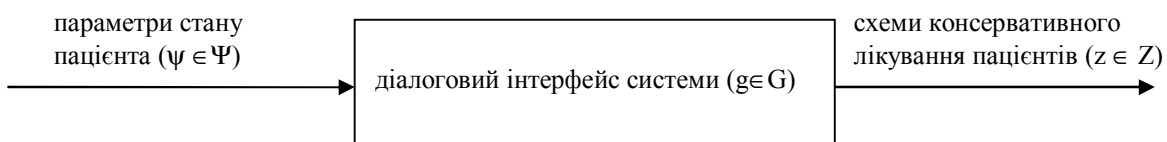


Рис.1. Схема абстрактного автомата СПЛР

У момент часу  $t$  абстрактний автомат може сприйняти вхідний сигнал  $\psi(t) \in \Psi$ , встановити вихідний сигнал  $z(t) \in Z$ ,  $z(t) = \beta[g(t), \psi(t)]$  і перейти з стану  $g(t) \in G$  в стан  $g(t+1) \in G$ ,  $g(t+1) = \alpha[g(t), \psi(t)]$ . Функціональну схему абстрактного автомата подано на рис. 2.

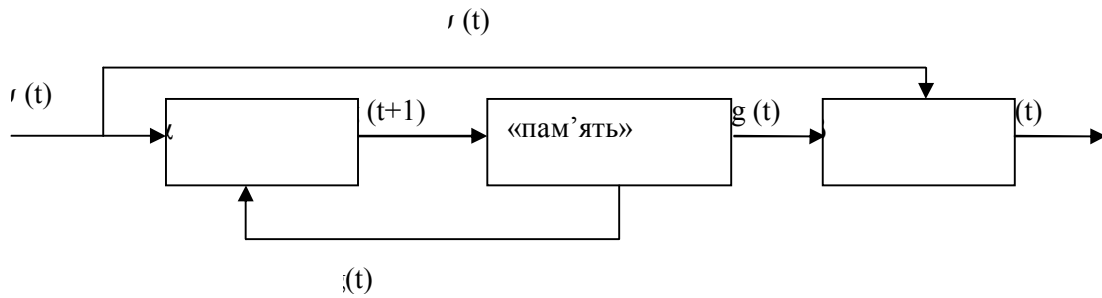


Рис.2. Функціональна схема абстрактного автомата

Виходячи з вищесказаного: автомат Мілі на прикладі СПЛР, тобто  $LC_2$ -автомат першого роду можна описати такими рівняннями, де стани системи  $g(t+1)$  у певний період часу описуються функціями переходів  $\alpha[g(t), \psi(t)]$ , елементи множини виходів  $z(t)$  – функціями виходів, тобто відповідними схемами лікування  $\beta[g(t), \psi(t)]$ , параметрами яких є елементи множин станів системи та множини вхідних сигналів:

$$g(t+1) = \alpha[g(t), \psi(t)], t = 0, 1, 2, \dots ;$$

$$z(t) = \beta[g(t), \psi(t)], t = 0, 1, 2, \dots ;$$

Якщо  $MLS_2$ -автомат має більше одного стану, його називаю автоматом з пам'яттю, автомати без пам'яті мають лише один стан [15,16]. Робота автоматів без пам'яті (комбінаційні або логічні схеми) полягає в тому, що кожному вхідному сигналу відповідає один вихідний сигнал.

### Способи представлення СА Мілі на прикладі СПЛР

Опис скінченних  $MLS_2$ -автоматів (завдання всіх елементів множини  $MLS_2 = \langle G, \Psi, Z, a, b, g_0 \rangle$ ) на прикладі СПЛР здійснимо табличним, графічним та матричним способом.

Найпростіший спосіб – табличний. Він ґрунтується на використанні таблиць переходів і виходів, рядки яких відповідають вхідним сигналам автомата, а стовпці – його станам. При цьому зазвичай перший зліва стовпець відповідає початковому стану  $g_0$ . На перетині  $i$ -го рядка та  $k$ -го стовпця таблиці переходів 1 знаходиться відповідне значення функції переходів  $\alpha(g_k, \psi_i)$ , а в таблиці виходів 2 – відповідне значення функції виходів  $\beta(g_k, \psi_i)$ , тобто схем лікування:

Таблиця 1

Таблиця переходів Мілі  $MLS_2$  - автомата

$\psi \backslash G$	$g_1$	$g_2$	...	$g_k$
$\psi_1$	стан 1.1	стан 2.1	...	стан k.1
$\psi_2$	стан 1.2	стан 2.2	...	стан k.2
...	...	...	...	...
$\psi_i$	стан 1.i	стан 2.i	...	стан k.i

Таблиця 2

Таблиця виходів Мілі  $MLS_2$  -автомата

$\psi \backslash G$	$g_1$	$g_2$	...	$g_k$
$\psi_1$	схема 1.1	схема 2.1	...	схема k.1
$\psi_2$	схема 2.2	схема 2.2	...	схема k.2
...	...	...	...	...
$\psi_i$	схема 1.i	схема 2.i	...	схема k.i

Для СПЛР функція виходу  $\beta(g, \psi)$  залежить від множини станів  $G$  та вхідного алфавіту  $\Psi$ . Це дає нам підстави керуватись засадами, на яких ґрунтується модель автомата Мілі. Приклад табличного завдання  $MLS_2$  автомата Мілі з трьома станами двома вхідними і двома вихідними сигналами подано в табл. 3.

Таблиця 3

Таблиця переходів та виходів автомата Мілі  $MLS_2$

$\Psi \backslash G$	g1	g2	g3
Переходи			
діагноз	стан 1.1	стан 2.1	стан 3.1
бактеріальна флора	стан 1.2	стан 2.2	стан 3.2
Виходи			
діагноз	схема 1	схема 1	схема 2
бактеріальна флора	схема 1	схема 2	схема 1

Для автомата Мілі в комірках таблиці переходів-виходів для кожної пари значень аргументів проставляються майбутні внутрішні стани та дійсні значення вихідних сигналів.

#### Визначення станів системи підтримки лікувальних рішень

Опис скінченних  $MLS_2$ -автоматів на прикладі СПЛР здійснимо табличним способом, що ґрунтується на використанні таблиць переходів і виходів, рядки яких відповідають вхідним сигналам автомата, а стовпці – його станам. Звичай перший зліва стовпець відповідає початковому стану  $g_1$ . На перетині  $i$ -го рядка та  $k$ -го стовпця таблиці переходів (табл. 4) знаходиться відповідне значення функції переходів  $\alpha(g_k, \psi_i)$ , тобто станів пацієнта, а в таблиці виходів – відповідне значення функції виходів  $b(g_k, \psi_i)$ , тобто схем лікування (табл. 5).

Таблиця 4

Таблиця переходів Мілі  $MLS_2$ -автомата

$\Psi \backslash G$	g1	g2	...	gk
фурункульоз	стан 1.1	стан 2.1	...	стан k.1
некротичний фасциїт	стан 1.2	стан 2.2	...	стан k.2
staphylococcus epidermidis	стан 1.3	стан 2.1	...	стан k.4
ниркова недостатність	стан 1.2	стан 2.3	...	стан k.1
сполучна тканина	стан 1.4	стан 2.1	...	стан k.3
...	...	...	...	...
$\Psi_i$	стан 1.i	стан 2.i	...	стан k.i

Таблиця 5

Таблиця виходів Мілі  $MLS_2$ -автомата

$\Psi \backslash G$	g1	g2	...	gk
фурункульоз	Clindamycinum	Lincomycinum	...	Clindamycinum
некротичний фасциїт	Tobramycin	Lincomycinum	...	Tobramycin
staphylococcus epidermidis	Lincomycinum	Gentamicin	...	Lincomycinum
ниркова недостатність	Amikacin	Lincomycinum	...	Amikacin
сполучна тканина	Clindamycinum	Amikacin	...	Clindamycinum
...	...	...	...	...
$\Psi_i$	схема 1.i	схема 2.i	...	схема k.i

Стан хворого – це сукупність ознак (показників, рис, самопочуття або настрою), виявлених відповідно до певних вимог якості обстеження, які характеризують функціонування систем організму в певний момент часу. Щоб якісно оцінити поточний стан пацієнта, необхідно його формалізувати.

Наша система передбачає появу 14 станів  $MLS_2$ -автомату, що характеризуються сукупністю якісних характеристик анамнезу хворого за загальними критеріями оцінки фізичного, психологічного та соціального станів пацієнта.

Таблиця 6

### Загальні критерії оцінки стану пацієнта

Фізичний стан				Психологічний стан				Соціальний стан			
FS <sub>1</sub>	FS <sub>2</sub>	FS <sub>3</sub>	FS <sub>4</sub>	PS <sub>1</sub>	PS <sub>2</sub>	PS <sub>3</sub>	PS <sub>4</sub>	SS <sub>1</sub>	SS <sub>2</sub>	SS <sub>3</sub>	SS <sub>4</sub>
симптоми захворювання	фізіологічні ознаки	можливість виконання фізичної роботи	здатність до самообслуговування	тривога	депресія	агресія	адекватність	соціальна підтримка	матеріальна спроможність	наявність роботи	громадські зв'язки

Розглянемо опис характеристик анамнезу фізичного стану хворого  $FS_n$ .

Тоді 
$$g = \{FS_1, FS_2, FS_3, FS_4\},$$

де 
$$FS_n = \frac{\Psi_i}{n_i}, \quad FS_n \in [0,1].$$

Згідно із кількісними та вербальними оцінками станів пацієнта можна привести значення характеристик стану хворого до вербальної оцінки.

Таблиця 7

### Характеристики станів $MLS_2$ -автомату

n/n стану	Назва стану	Характеристики стану
<b>g<sub>1</sub></b>	стан I	FS <sub>1</sub> -середньої важкості, FS <sub>2</sub> -легкий, FS <sub>3</sub> -легкий, FS <sub>4</sub> -легкий
<b>g<sub>2</sub></b>	стан II	FS <sub>1</sub> -середньої важкості, FS <sub>2</sub> - середньої важкості, FS <sub>3</sub> -легкий, FS <sub>4</sub> -легкий
<b>g<sub>3</sub></b>	стан III	FS <sub>1</sub> -середньої важкості, FS <sub>2</sub> - середньої важкості, FS <sub>3</sub> - середньої важкості, FS <sub>4</sub> - середньої важкості
<b>g<sub>4</sub></b>	стан IV	FS <sub>1</sub> -важкий, FS <sub>2</sub> - середньої важкості, FS <sub>3</sub> - середньої важкості, FS <sub>4</sub> -легкий
<b>g<sub>5</sub></b>	стан V	FS <sub>1</sub> -важкий, FS <sub>2</sub> - середньої важкості, FS <sub>3</sub> - середньої важкості, FS <sub>4</sub> - середньої важкості
<b>g<sub>6</sub></b>	стан VI	FS <sub>1</sub> -важкий, FS <sub>2</sub> - важкий, FS <sub>3</sub> - середньої важкості, FS <sub>4</sub> - середньої важкості
<b>g<sub>7</sub></b>	стан VII	FS <sub>1</sub> -важкий, FS <sub>2</sub> - важкий, FS <sub>3</sub> - важкий, FS <sub>4</sub> - середньої важкості
<b>g<sub>8</sub></b>	стан VIII	FS <sub>1</sub> -важкий, FS <sub>2</sub> - важкий, FS <sub>3</sub> - важкий, FS <sub>4</sub> - важкий
<b>g<sub>9</sub></b>	стан IX	FS <sub>1</sub> -вкрай важкий, FS <sub>2</sub> - середньої важкості, FS <sub>3</sub> - середньої важкості, FS <sub>4</sub> - середньої важкості
<b>g<sub>10</sub></b>	стан X	FS <sub>1</sub> -вкрай важкий, FS <sub>2</sub> - важкий, FS <sub>3</sub> - середньої важкості, FS <sub>4</sub> - середньої важкості
<b>g<sub>11</sub></b>	стан XI	FS <sub>1</sub> -вкрай важкий, FS <sub>2</sub> - важкий, FS <sub>3</sub> - важкий, FS <sub>4</sub> - середньої важкості
<b>g<sub>12</sub></b>	стан XII	FS <sub>1</sub> -вкрай важкий, FS <sub>2</sub> - важкий, FS <sub>3</sub> - важкий, FS <sub>4</sub> - важкий
<b>g<sub>13</sub></b>	стан XIII	FS <sub>1</sub> -вкрай важкий, FS <sub>2</sub> - вкрай важкий, FS <sub>3</sub> - середньої важкості, FS <sub>4</sub> - середньої важкості
<b>g<sub>14</sub></b>	стан XIV	FS <sub>1</sub> -вкрай важкий, FS <sub>2</sub> - вкрай важкий, FS <sub>3</sub> - важкий, FS <sub>4</sub> - важкий

Для СПЛР функція виходу  $b(s,y)$  залежить від множини станів  $G$  та вхідного алфавіту  $\psi$ , це дає нам підстави керуватись засадами на яких ґрунтується модель автомата Мілі. Приклад табличного завдання  $MLS_2$  автомата Мілі  $MLS_2$  з трьома станами двома вхідними і двома вихідними сигналами подано в табл. 8.

Таблиця 8

Таблиця переходів та виходів автомата Мілі  $MLS_2$

$\psi \backslash G$	g1	g2	g3
Переходи			
карбункул	стан III	стан II	стан VII
propionibacterium spp	стан V	стан IV	стан II
печінкова недостатність	стан VI	стан VII	стан VIII
фасції	стан X	стан XII	стан XIII
clostridium perfringens	стан IX	стан IV	стан XIV
Виходи			
печінкова недостатність	Clindamycinum	Lincomycinum	Amikacin
фасції	Tobramycin	Lincomycinum	Clindamycinum
clostridium perfringens	Lincomycinum	Gentamicin	Lincomycinum
карбункул	Amikacin	Lincomycinum	Tobramycin
propionibacterium spp	Clindamycinum	Amikacin	Clindamycinum

Для формалізації медичних даних було враховано характерні специфічні особливості, тобто:

- нечіткість, а іноді й неузгодженість термінології;
- велика кількість якісних ознак, які суб'єктивно оцінюють стан хворого;
- недостатній рівень стандартизації медичної документації;
- значна варіабельність медичних даних, малі вибірки з невідомими законами розподілу,

що значно утруднює статистичні розрахунки та побудову відповідних оцінок.

Тому для кваліфікованого опису характеристик захворювання керуються класифікацією хвороб, які складаються із системи рубрик, в яких конкретні нозологічні одиниці введено у відповідно до прийнятих критеріїв міжнародної класифікації хвороб, травм і причин смерті (Міжнародна класифікація хвороб - МКХ, International Classification of Diseases and Related Health Problems – ICD). Хоча МКХ призначена переважно для класифікації хвороб і травм, які мають офіційний діагноз, не кожену проблему або причину звернення по медичну допомогу можна визначити за допомогою офіційного діагнозу. У зв'язку з цим МКХ передбачає можливість опрацювання даних з широким спектром ознак, симптомів, відхилень, виявлених у процесі досліджень, скарг, соціальних обставин, які можуть бути вказані замість діагнозу в медичній документації [1,6]. Завдяки цьому МКХ може бути використана для класифікації даних, внесених в такі графи, як діагноз, локалізація запального процесу, стан хворого, з якого лікували, причина звернення за медичною допомогою, які зазначені в різних медичних документах, звідки беруться статистичні дані та інші види інформації про здоров'я.

До класифікацій, розроблених Міжнародною організацією здоров'я, належить Міжнародна класифікація функціонування, обмеження життєдіяльності і здоров'я (International Classification of Function, Disability and Health - ICF) та International Classification of Health Interventions (ICHI), Міжнародна класифікація первинної допомоги (International Classification for Primary Care – ICPC), Система SNOMED (Systematized Nomenclature of Human and Veterinary Medicine - Систематизований облік людської і ветеринарної медицини) [17,18].

Отже, за допомогою табличного представлення переходів та виходів скінченних  $MLS_2$ -автоматів на прикладі СПЛР дає можливість формалізувати характеристики стану пацієнта, що відображаються як вхідні параметри та конкретизувати відповідність вихідних сигналів до фармакологічних схем призначення лікування, при цьому описавши характер станів системи, що відповідають станам пацієнта.

### Кодування сигналів структурного алфавіту автомата

Засобами структурного автомата Мілі, що враховує структуру вхідних і вихідних сигналів автомата, а також внутрішню побудову на рівні структурних схем, можемо кодувати стани пацієнта. Структурним синтезом займається структурна теорія автоматів, основним завданням якої є знаходження спільних прийомів побудови структурних схем. Методи синтезу автоматів залежать від методу представлення закону його поведінки.

Розглянемо застосування канонічного методу структурного синтезу для двох основних форм завдання автомата Мілі, при цьому оптимізуємо основний етап канонічного методу структурного синтезу, а саме кодування алфавітів автомата, що заданий таблицею переходів і виходів, для пошуку стандартної схеми лікування хворого.

Виконаємо кодування алфавітів  $MLS_2$  – автомата, що характеризується процесами прийняття рішень у СПЛР на основі концепції теорії автомата Мілі, вхідні сигнали якого характеризуються параметрами стану хворого. На структурному рівні кожна літера вхідного алфавіту  $MLS_2$ -автомата, параметр пацієнта, позначимо  $\psi$  та  $\Psi$ , кожна літера вихідного алфавіту, стандартні схеми лікування, позначимо  $z$  та  $Z$  й кожна літера алфавіту станів, стани СПЛР, що характеризуються поточними станами хворого, позначимо  $g$  та  $G$  кодуються двійковими векторами (двійковими наборами), кількість елементів відповідних множин, число компонент яких визначається:

$$K_{\Psi} = \text{int} \left[ \log_2 |\Psi| \right]; K_Z = \text{int} \left[ \log_2 |Z| \right]; K_G = \text{int} \left[ \log_2 |G| \right];$$

де  $K_{\Psi}$ ,  $K_Z$ ,  $K_G$  – число компонент вхідного, вихідного алфавіту та алфавіту станів;  $\text{int}$  – найближча більша ціла кількість;  $|\Psi|$ ,  $|Z|$ ,  $|G|$  – потужність алфавіту вхідного, вихідного і станів, відповідно.

Потужністю алфавіту називають кількість різних символів, які входять у цей алфавіт.

Процес заміни літер алфавіту ( $\Psi$ ,  $Z$ ,  $G$ ) абстрактного автомата двійковими векторами називається кодуванням і описується таблицями кодування. Таблиця кодування має такий вигляд: у лівій частині перераховуються всі символи абстрактного алфавіту, а у правій – відповідні їм двійкові вектори.

Наш автомат має 14 станів. Застосуємо табличний метод синтезу для  $MLS_2$ -автомату, що заданий таблицею переходів (табл. 9.) і таблицею виходів (табл. 10.).

Таблиця 9

Таблиця переходів  $MLS_2$  - автомата

$\Psi$ \ $G$	$g_1$	$g_2$	$g_3$	$g_4$
$\Psi_1$	стан III	стан II	стан VII	стан I
$\Psi_2$	стан XIV	стан IV	стан II	стан V
$\Psi_3$	стан IX	стан VII	стан VIII	стан VI
$\Psi_4$	стан X	стан XII	стан XIII	стан XI

Таблиця 10

Таблиця виходів  $MLS_2$  - автомата

$\Psi$ \ $G$	$g_1$	$g_2$	$g_3$	$g_4$
$\Psi_1$	схема 1.1	схема 1.2	схема 3.1	схема 2.2
$\Psi_2$	схема 2.1	схема 4.3	схема 1.3	схема 1.4
$\Psi_3$	схема 3.2	схема 1.4	схема 2.3	схема 3.1
$\Psi_4$	схема 4.1	схема 4.2	схема 3.2	схема 3.3



З аналізу табл. 9 і 10 випливає, що абстрактний  $MLS_2$ -автомат має такі характеристики:

$$\Psi = \{y_1, y_2, y_3, y_4\}, |\Psi| = 4,$$

$$Z = \{z_1, z_2, z_3, \dots, z_{13}, z_{14}\}, |Z| = 14,$$

$$G = \{g_1, g_2, \dots, g_{13}, g_{14}\}, |G| = 14.$$

Отже, для кодування  $\Psi$  станів пацієнта вхідного алфавіту достатньо двох літер вхідного структурного алфавіту:

$$K_\Psi = \text{int}(\log_2 |4|) = 2,$$

$$\text{тобто } \Psi = \{x_1, x_2\}.$$

Для кодування  $Z$  букв вихідного алфавіту достатньо чотирьох літер вихідного структурного алфавіту:

$$K_Z = \text{int}(\log_2 |14|) = 4,$$

$$\text{тобто } Z = \{y_1, y_2, y_3, y_4\}.$$

Для кодування  $G$  букв алфавіту станів достатньо чотирьох літер структурного алфавіту станів.

$$K_G = \text{int}(\log_2 |14|) = 4,$$

$$\text{тобто } G = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}.$$

Зазначимо, що кодування літер виконується довільно, єдина умова – початковий стан  $g_1$  кодується нульовим кодом. У загальному випадку результат кодування значно впливає на кількість логічних елементів у схемі автомата.

Формування структурної таблиці виходів  $MLS_2$  – автомата. З цією метою необхідно в таблиці виходів замінити елементи множини вхідних сигналів  $\Psi$ , тобто характеристик стану хворого їх кодами  $K_\Psi$ , елементи множини вихідних сигналів – фармацевтичні схеми лікування  $Z$  -  $K_Z$  і елементи множини станів автомата тобто стани СППР -  $K_G$ . У нашому випадку за таблицею абстрактного автомата  $MLS_2$  (табл. 10) та результатами кодування формується табл. 11, яка задає поведінку структурного  $MLS_2$ -автомата.

Таблиця 11

Структурна таблиця виходів  $MLS_2$  – автомата

$\Psi \backslash G$	0000	0100	0111	0110
00	0000	0101	1001	1110
01	0001	0110	1011	1111
10	0011	0111	1100	0000
11	0100	1000	1101	0001

### Висновки

На підставі кодування сигналів автомата  $MLS_2$ -автомата, який характеризує процеси прийняття рішень в СППР на основі концепції теорії автомата Мілі та дає можливість корегувати лікування завдяки оцінці поточного стану хворого та визначення ваги виходів  $MLS_2$ -автомата, тобто ваги терапевтичних схем.

Врахувавши парадигми теорії автоматів, ми пропонуємо реалізацію процесу прийняття рішень в СППР з урахуванням вхідних сигналів системи у вигляді даних стану хворого та їхнім опрацюванням, що забезпечує наявність внутрішніх станів з формуванням станів пацієнта та виведенням кінцевого висновку у вигляді вихідних сигналів, тобто стандартних консервативних схем лікування.

1. Yelin E. *Measuring Functional Capacity of Persons with Disabilities inLight of Emerging Demands in the Workplace/ E. Yelin //NAP. 1999.* 2. Alonso J. *International applicability of the VF14. An*

index of visual function in patients with cataracts / J. Alonso, M. Espallargues, T.F.Andersen, S.D.Cassard, E.Dunn, P.Bernth Petersen, et al. // *Ophthalmology*. 1997. Vol.104 # 5. - P.799-807. 3. Boisjoly H. The VF14 index of functional visual impairment in candidates for a corneal graft / H. Boisjoly, J. Gresset, N. Fontaine, M. Charest, I. Brunette, M. LeFrancois, et al. // *Am. J. Ophthalmol.* 1999. Vol. 128 # 1. - P.38-44. 4. Whitehouse R. Measure of outcome in current clinical trials of eyecare // NIH. 2001. 5. Новик А.А. Концепція дослідження якості життя в медицині / А.А Новик., Т.І. Іонова, П. Кайнд // Санкт Петербург. Елбі. 1999. С.139. 6. Christopher-Paul Milne. Lack of Clinically Useful Diagnostics Hinder Growth in Personalized Medicines/ Tufts Center for the Study of Drug Development (CSDD) // July 19, 2011. - [http://csdd.tufts.edu/news/complete\\_story/pr\\_ir\\_jul-aug\\_2011](http://csdd.tufts.edu/news/complete_story/pr_ir_jul-aug_2011). 7. Neelambar Kaipatur DMD. Accuracy of Computer Programs in Predicting Orthognathic Surgery Hard Tissue Response / Neelambar Kaipatur DMD // *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2009 – P. 1628-1639. 8. Глушков В.М. Энциклопедия кибернетики / відповідальний ред. / В. Глушков 1973, рос. вид. 1974. 9. Шинкарука В. І. Філософський словник // За ред. В. І. Шинкарука. 2. вид., перероб. і доп. – К.: Голов. Ред. УРЕ, 1986. 10. Савельев А.Я. Прикладная теория цифровых автоматов: учеб. для вузов по спец. ЭВМ / А.Я. Савельев. – М.: Высшая школа, 1987. – С. 272. 11. Третьяк А. Розробка математичної моделі експертної системи і програмного забезпечення для роботи електрогастрографа в медичній діагностиці./ А. Третьяк // Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского “ХАИ” (Информатика и вычислительная техника). 12. Нильсон Н. Искусственный интеллект. Методы поиска решений. – М: Мир, 1973. – С. 274. 13. Литвин В. В. Математичне забезпечення розвитку базової онтології предметної області / В. В. Литвин, Д. Г. Досин, Н. В. Шкутяк // Матеріали II міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті”, Херсон, 25-27 травня 2010. – Херсон : ХДМІ, 2010. – С. 345–348. 14. Скрэгг Г. Семантические сети как модели памяти / Г. Скрэгг // Новое в зарубежной лингвистике. – М.: Радуга, 1983. – Вып. 12. – С. 228–271. 15. Литвин В.В. Проектування інтелектуальних агентів на основі адаптивних онтологій / В.В. Литвин, Н.Б. Шаховська, А.С. Мельник, О.Ю. Пишеничий, Ю.В. Ришовець // Матеріали VI міжнародної наукової конференції “Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту”, Євпаторія, 17-21 травня 2010. – Т. 2. – Херсон : ХНТУ, 2010. – С. 401–404. 16. Доценко В.А. Конструктивный алгоритм зворотного методу для секвенцій загального вигляду/ В.А.Доценко. // “Искусственный интеллект” 3’2006. - С. 120-128. 17. National Institute for Health and Clinical Excellence - Measuring effectiveness and cost effectiveness: the QALY. 18. Schlander, Michael. Lost in Translation? Over-Reliance on QALYs May Lead to Neglect of Relevant Evidence. // Copenhagen, Denmark: Institute for Innovation & Valuation in Health Care. [http://www.michaelschlander.com/pnp/presentations\\_en/Schlander-QALY-Overreliance-iHEA-Copenhagen-070709r.pdf](http://www.michaelschlander.com/pnp/presentations_en/Schlander-QALY-Overreliance-iHEA-Copenhagen-070709r.pdf). Retrieved – 2008-11-14. 19. Дюк В.А. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях. / В.А Дюк, В.Л.Эмануэль // СПб.: Питер, 2003. – С. 525.