

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Поворознюк Оксана Анатоліївна

УДК 004.891.3+681.5

БІОТЕХНІЧНА СИСТЕМА ПРИЗНАЧЕННЯ ЛІКАРСЬКИХ  
ПРЕПАРАТІВ В ДЕРМАТОЛОГІЇ

Спеціальність 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Харків – 2010

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному технічному університеті "Харківський політехнічний інститут", Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор  
**Дмитрієнко Валерій Дмитрович**,  
Національний технічний університет "Харківський  
політехнічний інститут", професор кафедри  
обчислювальної техніки та програмування

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор  
**Єрохін Андрій Леонідович**,  
Харківський національний університет внутрішніх  
справ МВС України, начальник кафедри  
інформатики,

кандидат технічних наук, професор  
**Мустецов Микола Петрович**,  
Харківський національний університет імені  
В.Н. Каразіна професор кафедри фізичної та  
біомедичної електроніки та комплексних  
інформаційних технологій.

Захист відбудеться "19" жовтня 2010 р. о 15.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 64.052.05 у Харківському національному університеті радіоелектроніки за адресою: 61166, м. Харків, пр. Леніна, 14.

З дисертацією можна ознайомитись в науково-технічній бібліотеці Харківського національного університету радіоелектроніки (61166, м. Харків, пр. Леніна, 14).

Автореферат розісланий " \_\_ " вересня 2010 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради



М.М. Рожицький

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** На теперішній час при індустріалізації суспільства та погіршенні екологічного середовища зростає доля екологічно зумовлених та професійних захворювань, до яких відносяться поширені дерматози (псоріаз, екзема, лікарська хвороба), які часто супроводжуються супутніми патологіями.

По даним ВООЗ кожне п'яте звернення пацієнтів в лікарню є зверненням до лікаря-дерматолога. Незважаючи на значні успіхи в розробці лікувально-діагностичних процедур поширених дерматозів, процес реабілітації пацієнтів залишається малоефективним у зв'язку з тим, що, як правило, не враховується взаємодія лікарських засобів при лікуванні основного та супутніх захворювань, дуже часто розвиваються рецидиви, толерантність до лікарських засобів, а також алергічні, токсико-алергічні та псевдо-алергічні реакції. Несприйняття до лікарських засобів при проведенні терапії нерідко порушує життєво важливі функції організму, приводить до ускладнення основного захворювання та формування нових видів патології.

При наявності широкого спектра препаратів-аналогів та препаратів комплексної дії, індивідуальний підбір лікарських препаратів є складною багатовимірною задачею, яку вирішує лікар, ґрунтуючись на своїй кваліфікації, досвіді й інтуїції. Тому задача формування комплексів лікарських препаратів – терапевтичних комплексів (ТК) при багатокритеріальній оцінці препаратів-аналогів з врахуванням основного та супутніх захворювань і індивідуальних особливостей пацієнтів є актуальною і може бути вирішена створенням біотехнічної системи призначення лікарських препаратів у дерматології.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційне дослідження проводилося на кафедрі "Обчислювальна техніка та програмування" Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" відповідно держбюджетних НДР "Розробка теорії і методів побудови інтелектуальних медичних систем на основі структурної ідентифікації" (№ д/р 0107U000599), "Розвиток теоретичних основ нейронних мереж адаптивного резонансу для оптимізації складних процесів" (№ д/р 0107U000598), а також відповідно до договору про науково-технічне співробітництво № 60/17–08 Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" з Інститутом дерматології і венерології АМН України (м. Харків). У зазначених темах здобувач був виконавцем окремих розділів.

**Мета і задачі дослідження.** Метою даної роботи є розробка методу формування терапевтичних комплексів при багатокритеріальній оцінці препаратів-аналогів, у якому враховуються діагнози і індивідуальні особливості пацієнтів, і його реалізація при розробці біотехнічної системи підтримки

прийняття рішень для призначення лікарських препаратів у дерматології.

Для досягнення даної мети необхідно вирішити наступні *задачі*.

1. Провести системний аналіз існуючих методів обробки інформації в інформаційно-пошукових системах лікарських препаратів, з метою обґрунтування і розробки методу формування терапевтичних комплексів при розширених діагнозах та індивідуальних особливостях пацієнтів.

2. Розробити структуру біотехнічної системи підтримки прийняття рішень при призначенні лікарських препаратів.

3. Розробити структуру штучної нейронної мережі (ШНМ) для задачі формування терапевтичних комплексів.

4. Розробити алгоритм навчання штучної нейронної мережі для задачі формування терапевтичних комплексів.

5. Провести дослідження і класифікацію помилок, що допускаються користувачами при введенні з клавіатури інформації російською мовою, розробити критерії близькості текстових рядків та метод асоціативного пошуку медико-біологічної інформації на основі згаданих вище досліджень.

6. Розробити структуру і програмне забезпечення системи підтримки прийняття рішень при формуванні терапевтичних комплексів.

7. Виконати перевірку адекватності розроблених інформаційних технологій при обробці реальних біомедичних даних.

**Об'єктом дослідження** є процес формування комплексів лікарських препаратів.

**Предметом дослідження** виступають методи прийняття рішень у біотехнічній системі призначення лікарських препаратів у дерматології.

**Методи дослідження.** Теоретичні дослідження і побудова біотехнічної системи підтримки прийняття рішень базуються на: системному аналізі для розробки узагальненої структури системи і визначенні функціонального призначення її модулів; теорії нейронних мереж для розробки інтелектуального модуля підтримки прийняття рішень; методах теорії розпізнавання образів, за допомогою яких розроблено метод асоціативного пошуку; методі аналізу ієрархій (MAI), на основі якого виконана багатокритеріальна оцінка препаратів-аналогів з метою навчання штучної нейронної мережі.

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає у тому, що:

– вперше розроблено метод формування терапевтичних комплексів на основі штучної нейронної мережі з багатокритеріальною оцінкою препаратів-аналогів на етапі навчання, який враховує не тільки розгорнуті діагнози пацієнтів, але і їх індивідуальні особливості, що підвищує ефективність процесу реабілітації пацієнтів;

– вперше розроблена структура штучної нейронної мережі адаптивної резонансної теорії (АРТ) для формування терапевтичних комплексів, яка

дозволяє визначати кілька припустимих рішень (якщо вони існують) і виконувати вибір найкращого рішення відносно заданого критерію;

- вперше розроблено метод навчання модифікованої штучної нейронної мережі, який враховує не тільки близькість вхідних векторів, але і глобальні критерії при багатокритеріальній оцінці, а також статистику управлінських рішень, що забезпечує оптимальну схему формування терапевтичних комплексів;

- удосконалено метод асоціативного пошуку при обробці медико-біологічної інформації на основі аналізу міри близькості текстових рядків, що, на відміну від відомих, дозволяє виконувати пошук інформації при наявності типових помилок людини-оператора.

***Практичне значення отриманих результатів*** полягає в наступному:

- розроблена структура біотехнічної системи підтримки прийняття рішень при медикаментозній реабілітації пацієнта в дерматології;

- розроблені інформаційні моделі спеціалізованих медичних баз даних (БД) лікарських препаратів та БД пацієнтів, а також бази знань (БЗ), яка містить експертні оцінки при багатокритеріальному порівнянні препаратів-аналогів і вагові коефіцієнти ШНМ;

- розроблено алгоритмічне та програмне забезпечення системи.

Результати впровадження у лабораторії алергології Українського НДІ дерматології і венерології (м. Харків) дозволили виконати інформаційну підтримку прийняття рішень при призначенні комплексної терапії хворим на поширені дерматози. При цьому встановлено, що після адаптації вагових коефіцієнтів ШНС, у 97% від загального числа пацієнтів рішення системи підтверджується лікарем.

Матеріали роботи використовуються в навчальному процесі кафедри "Обчислювальна техніка та програмування" НТУ "ХПІ" при вивченні дисциплін "Комп'ютерні системи медичної діагностики", "Нейрокомп'ютери", в курсовому та дипломному проектуванні. Дані про впровадження результатів підтверджуються відповідними актами.

***Особистий внесок здобувача.*** Усі результати дисертації, що виносяться на захист, отримані автором особисто. В роботах, опублікованих у співавторстві, автору належить: розробка методу контекстного пошуку інформації в медичних БД [1, 3]; можливість застосування ШНМ при побудові медичних інформаційних систем [2]; розробка архітектури ШНМ та алгоритмів навчання для задачі підбору лікарських препаратів [4–6]; формалізація задачі [7] та розробка методу оптимального підбору лікарських препаратів на основі їх багатокритеріальної оцінки [8]; розробка структури системи [9]; використання МАІ для багатокритеріальної оцінки лікарських препаратів [10]; розробка процедури формування терапевтичних комплексів з використанням ШНМ [11–

12], розробка комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень при призначенні лікарських препаратів [14, 16] та її тестова перевірка [15].

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на: міжнародних науково-практичних конференціях "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я" (micro CAD), Харків, НТУ ХП, 1999, 2000, 2008, 2009, 2010 р.; міжнародних наукових конференціях "Проблеми інформатики і моделювання" (ПІМ), Харків, НТУ ХП, 2008, 2009 р.; XV міжнародній конференції по автоматичному керуванню ("Автоматика 2008"), м. Одеса, ОНМА, 23–26 вересня 2008 р.; IX міжнародній конференції "Контроль і управління в складних системах" (КУСС-2008), м. Вінниця, ВНТУ, 21–24 жовтня 2008 р.; 10-й міжнародній науково-практичній конференції "Сучасні інформаційні й електронні технології" (СІЕТ-2009), м. Одеса, ОНПУ, 18–22 травня 2009 р.; міжнародній науковій конференції "Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту" (ISDMCI'2009), м. Херсон-Євпаторія, ХНТУ, 18–22 травня 2009 р.; XVI міжнародній конференції по автоматичному керуванню ("Автоматика 2009"), м. Чернівці, ЧНУ, 22–25 вересня 2009 р.; первой международной научно-технической конференции "Компьютерные науки и технологии" (КНиТ-2009), г. Белгород, Россия, БГУ, 8–9 октября 2009 г.; 11-й міжнародній науково-практичній конференції "Сучасні інформаційні й електронні технології" (СІЕТ-2010), м. Одеса, ОНПУ, 24–28 травня 2010 р.

**Публікації.** Основні положення і результати дисертації опубліковані в 16 роботах: 8 статей в українських наукових виданнях, що входять у перелік ВАК України, 8 тез доповідей.

**Структура й обсяг роботи.** Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, у яких викладено основні результати роботи, висновків, списку використаних літературних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації становить 221 сторінку, серед яких 7 ілюстрацій на окремих сторінках, 42 таблиці і 12 ілюстрації по тексту, 4 додатки на 52 сторінках, список використаних літературних джерел з 167 найменувань на 17 сторінках.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовується актуальність теми дисертації, її наукова новизна і практична цінність, сформульовані мета та завдання роботи, наведена її загальна характеристика.

У **першому розділі** проведено аналіз задачі призначення лікарських препаратів у дерматології, розглянута класифікація за функціональним призначенням біотехнічних систем і принципи побудови біотехнічних систем медичного призначення (БТС-М). При цьому відзначено, що БТС-М

призначена для рішення наступного комплексу задач у медичних цілях: діагностика стану організму; керування станом організму для його нормалізації методами дискретної або безперервної корекції.

Аналіз БТС-М показує, що процес реабілітації пацієнтів складається з двох взаємозалежних етапів: діагностики захворювань і безпосередньо лікування виявлених патологій. В якості лікувальних заходів для більшості патологій (зокрема в дерматології) застосовується медикаментозне лікування. Між зазначеними етапами немає чіткої границі, тому що після установки діагнозу і призначення лікувальних процедур необхідний моніторинг процесу реабілітації, тобто діагностика поточного стану пацієнта з метою оцінки ефективності процесу лікування і, при необхідності, його корекції.

На теперішній час існують медичні інформаційні системи, що забезпечують інформаційну підтримку лікареві на основних етапах реабілітації пацієнтів. Однак, якщо на етапі діагностики захворювання є широкий спектр комп'ютерних систем у різних прикладних галузях медицини, починаючи від інформаційно-пошукових до інтелектуальних комп'ютерних систем підтримки прийняття рішень, то підтримка етапу медикаментозної реабілітації значно слабша за попередній, і обмежується медичними довідниками фармацевта, у тому числі у вигляді інформаційно-пошукових систем. При однакових діагнозах і однакових схемах лікування різних пацієнтів лікарі потенційно мають широкий спектр вибору лікарських препаратів-аналогів для призначення процесу лікування. Призначення ТК конкретному пацієнтові виконується лікарем на інтуїтивному рівні і, багато в чому, визначається його кваліфікацією.

Основне терапевтичне застосування препарату визначається його активним інгредієнтом (активною фармацевтичною субстанцією), при цьому, на основі одного активного інгредієнта випускається цілий клас препаратів-аналогів, що відрізняються дозою активної речовини, лікарською формою, складом добавок, технологією, тощо. Препарати-аналоги випускаються різними фірмами виробниками, мають різну комерційну назву і ціну. Крім того, широко використовуються комплексні препарати на основі декількох активних інгредієнтів. Різні активні інгредієнти можуть взаємодіяти один з одним, підсилюючи або послабляючи терапевтичний вплив, а в конкретного пацієнта може спостерігатися непереносимість до окремих препаратів.

Виконано аналіз методів і систем пошуку інформації в медичних БД, розглянуті методи реалізації асоціативних запитів при пошуку в БД. На основі аналізу існуючих методів класифікації з метою їхнього застосування до рішення задач діагностики і призначення лікарських препаратів у дерматології, обґрунтовано застосування математичного апарата ШНМ АРТ, що якоюсь мірою дозволяє вирішувати суперечливі задачі чутливості до нових даних і

збереження раніше отриманих знань. На основі проведеного аналізу обґрунтовуються напрямки дослідження, сформульовано мету та завдання дослідження.

**В другому розділі** розроблена структура біотехнічної системи призначення лікарських препаратів, формалізована задача багатокритеріального підбору лікарських препаратів для створення біотехнічної медичної системи, розроблена узагальнена структурна схема біотехнічної системи й обґрунтований вибір математичних методів реалізації її модулів. Відповідно до виділених етапів реабілітації  $i$ -го пацієнта, інформаційна підтримка особи, що приймає рішення (ОПР) складається в реалізації наступних перетворень:

$$F1: X_i \rightarrow D_i, F2: D_i \rightarrow D_i^v, F3: D_i^v \rightarrow f_{D_i}, F4: f_{D_i} \rightarrow Y_i, F5: Y_i \rightarrow Y_i^v,$$

де  $F1$  – визначає розгорнутий діагноз  $i$ -го пацієнта  $D_i$  на підставі аналізу вектора вхідних діагностичних ознак  $X_i$ ;  $F2$  і  $F5$  – відображають процес верифікації, при якому ОПР або підтверджує рішення системи, або коректує його;  $F3$  – для  $D_i^v$  формує множину необхідних терапевтичних дій  $f_{D_i} = \{f_1, \dots, f_m\}$ , які спрямовані як на ліквідацію причин захворювання (антивірусні, антибактеріальні й ін. дії), так і на ліквідацію симптомів (жарознижуючі, які нормалізують тиск, ритм і т.д.);  $F4$  – вирішує задачу формування ТК (вектор  $Y_i$ ).

У формалізованому вигляді  $F4$  є задачею формування множини лікарських препаратів  $Y_i = \{y_1, \dots, y_{n_i}\}$ , які забезпечують процес реабілітації  $i$ -го пацієнта (перехід зі стану  $D_i^v$  в стан  $D_0$  – практично здоровий), при оптимізації інтегрального критерію якості  $Q$  процесу лікування  $Q(t, C, \alpha, \beta) \rightarrow \min$ , де  $t$  – час процесу реабілітації;  $C$  – вартість процесу реабілітації;  $\alpha, \beta$  – ризики негативних наслідків застосування лікарських препаратів під час процесу лікування та у після реабілітаційний період, відповідно.

Кожен лікарський препарат  $y_i$  характеризується вектором терапевтичних дій  $f_{yi} = \{f_1, \dots, f_g\}$  і вектором характеристик  $S_{yi} = \{s_1, \dots, s_r\}$ , компоненти якого: спрямованість дії, ціна, бренд виробника, використання натуральних інгредієнтів, час виведення з організму і т.д., можуть бути отримані в результаті експертних оцінок. Терапевтична дія забезпечується одним або декількома активними речовинами (у даному випадку маємо препарати комплексного впливу), причому на основі однієї активної речовини може вироблятися цілий клас препаратів-аналогів. При цьому, окремі препарати  $y_k$  і  $y_l$  можуть взаємодіяти між собою і ця взаємодія характеризується показником  $V_{kl}$ , значення якого можна задати в інтервалі  $[-1, 1]$ . При  $V_{kl} = 0$  – препарати  $y_k$  і  $y_l$  не взаємодіють, при  $V_{kl} > 0$  – препарати  $y_k$  і  $y_l$  підсилюють дії один одного, при



$V_{kl} < 0$  – препарати  $y_k$  і  $y_l$  послабляють дії один одного, а в граничному випадку  $V_{kl} = -1$  – препарати несумісні. Крім того, у кожного пацієнта може спостерігатися індивідуальна непереносимість до окремих препаратів.

При призначенні ТК необхідно сформувати підмножину препаратів  $Y_i = \{y_1, \dots, y_{n_i}\}$ , при виконанні умови  $\forall k, l V_{kl} \geq 0, k, l = \overline{1, N}, l \neq k$ , де  $N$  – загальне число доступних препаратів, спільна терапевтична дія яких  $f_{y_1} \cup \dots \cup f_{y_i} \cup \dots \cup f_{y_{n_i}}$  покриває множину необхідних терапевтичних дій для пацієнта  $f_{D_i}$ . Варіантів такого покриття може бути багато, але треба забезпечити таке покриття, що мінімізує критерій якості  $Q$ .

Структурна схема системи представлена на рис. 1.

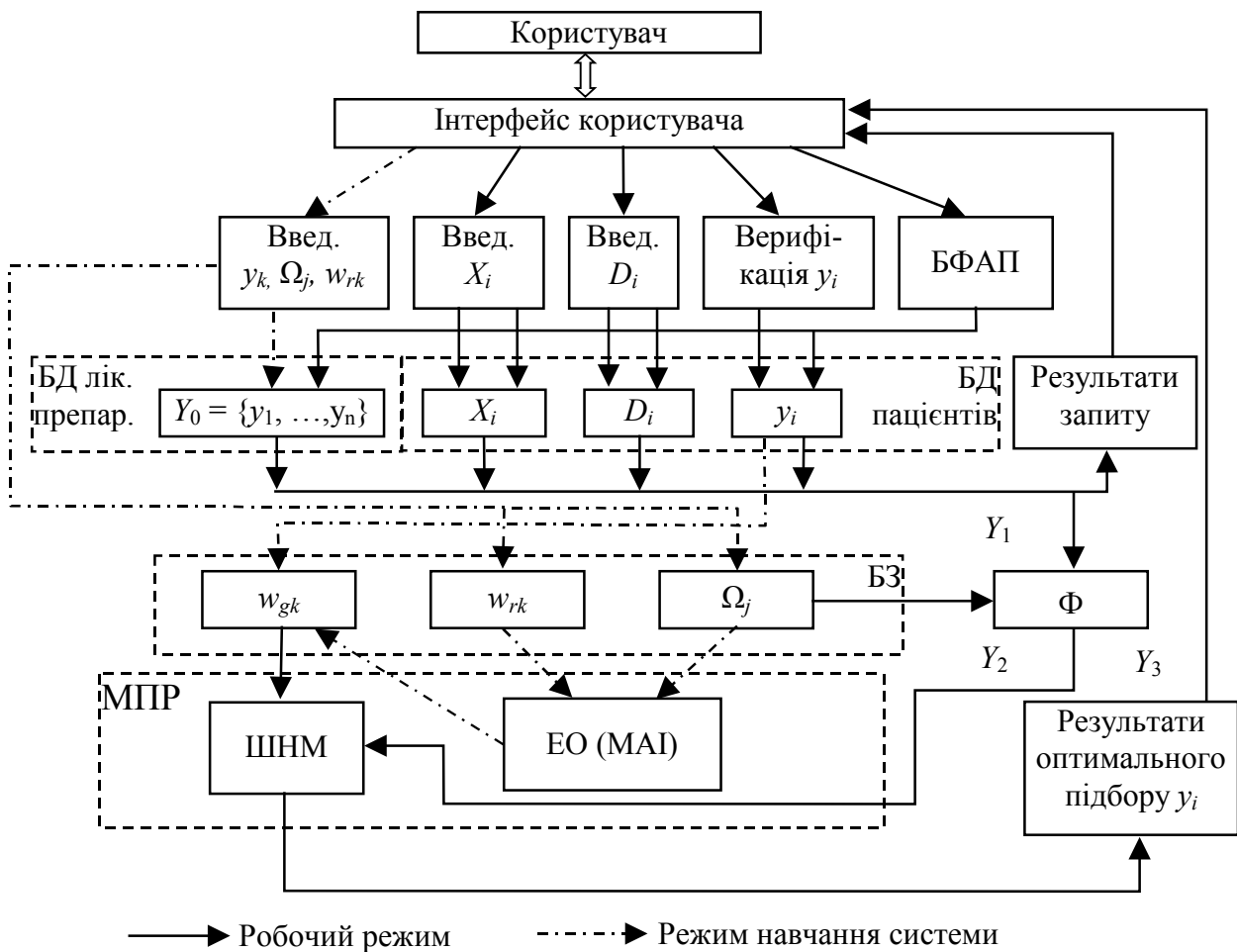


Рис. 1. Структурна схема системи оптимального підбору лікарських препаратів

Основним інтелектуальним модулем системи є модуль прийняття рішень (МПП), що працює в двох режимах: режим навчання і робочий режим вироблення управлінського рішення (оптимальний підбір лікарських препаратів). У режимі прийняття управлінського рішення для кожного  $i$ -го пацієнта в БД вводяться його індивідуальні характеристики (вхідний вектор  $X_i$ ,

компоненти якого: вік, стать, анамнез, соціальний статус і т.д.) і розгорнутий діагноз  $D_i$ , що містить у собі основне і супутні захворювання.

Ці дані служать для визначення належності пацієнта до однорідної групи  $\Omega_j$  ( $X_i \in \Omega_j$   $j = \overline{1, q}$ , де  $q$  – число однорідних груп). Кожна група формується за ознаками віку, статі, соціального статусу, наявності супутніх захворювань, характеристиках захворювання (уперше, хронічне).

Формування ТК виконується в два етапи. На першому етапі виконується вибір з множини  $Y_0 = \{y_1, \dots, y_n\}$  усіх препаратів, наявних у БД тих  $y_k$ ,  $k = \overline{1, n}$ , терапевтичні дії яких  $f_{y_k}$  відповідають  $f_{D_i}$ , і формується множина можливих препаратів  $Y_1 = \{y_1, \dots, y_m\} \forall y_k : f_{y_k} \in f_{D_i}$ . У блоці фільтрації  $\Phi$  виконується зрізання даної множини і формування підмножини  $Y_2$  допустимих препаратів  $Y_2 \subset Y_1$ . При зрізанні  $Y_1$  усі його елементи  $y_k^v$  перевіряються на їхню сумісність, наявність в аптечній мережі даного регіону, а також сумісність з даним класом  $\Omega_j$  (по віковій групі, статі, індивідуальній непереносимості).

На другому етапі виконується багатокритеріальна оцінка елементів  $Y_2$  і їх ранжировка. При багатокритеріальній оцінці використовуються експертні оцінки  $w_{rk}$  елементів  $y_k$  щодо локальних критеріїв  $q_r$  (ефективність, ризик побічних дій, ціна, бренд виробника, присутність в аптечній мережі) для даного класу  $\Omega_j$  й обчислення глобальних критеріїв  $w_{gk}$  елементів  $y_k$  з використанням МАІ. Множина  $Y_2$  є вхідним вектором, а значення  $w_{gk}$  – відповідними ваговими коефіцієнтами ШНМ, що формує підмножину  $Y_3 \subset Y_2$  рекомендованих даному пацієнту препаратів. Лікар приймає остаточне рішення по призначенню препаратів, що ініціює в системі процес верифікації управлінського рішення.

Інші елементи системи призначені для забезпечення роботи з БД і БЗ. БД складається з двох частин: БД пацієнтів, що зберігає інформацію про пацієнтів ( $X_i, D_i, y_i$ ) і БД препаратів, що зберігає структуровану інформацію про лікарські препарати. Інтерфейс системи дозволяє працювати в двох відзначених вище режимах і забезпечує доступ до БЗ у режимі навчання і до БД у робочому режимі, та дозволяє вводити інформацію про нових пацієнтів ( $X_i, D_i$ ) і про нові лікарські препарати  $y_k$ , а також виконувати запити по різних дескрипторах пошуку. Через те, що інтерфейс повинен бути "дружнім", в ньому передбачений блок формування асоціативного пошуку БФАП, що забезпечує асоціативний пошук необхідної інформації, навіть при наявності помилок у запиті.

**У третьому розділі** розроблений метод багатокритеріального підбору лікарських препаратів на основі нейромережних технологій. При цьому розроблено метод асоціативного пошуку текстової інформації і критерії подібності текстових рядків на основі обраного методу. Розроблено структуру ШНМ для задачі багатокритеріального підбору лікарських засобів, виконана

модифікація базового алгоритму швидкого навчання дискретної нейронної мережі ART-1 і на його основі розроблений алгоритм навчання ШНМ із застосуванням МАІ.

Міра близькості текстових рядків (відстань Левенштейна) обчислюється у вигляді ітераційної процедури визначення ціни перетворення одного рядка в інший (у загальному випадку розміри рядків можуть бути не рівні один одному), при цьому, на кожному кроці ітерації при порівнянні поточного символу, можливі три варіанти перетворень:

$$\begin{aligned} \text{SUBstitution (підстановка)} \quad x_i &\rightarrow x_j \quad \text{SUB}(x_i, x_j); \\ \text{DEstruction (видалення)} \quad x &\rightarrow \lambda \quad \text{DES}(x, \lambda); \\ \text{CREation (створення)} \quad \lambda &\rightarrow x \quad \text{CRE}(\lambda, x), \end{aligned}$$

де  $\lambda$  – порожній символ.

Кожному перетворенню відповідає своя "ціна"  $c(\dots)$ , а для оцінки відстані між двома списками вводять поняття повної ціни послідовності перетворень як найменшої з усіх можливих цін, які необхідно "сплатити" за перехід від вихідного списку до кінцевого. Коротко ця процедура записується так:

$$D(l, k) = \text{Min} \begin{cases} D(l-1, k-1) + c(x_{il}, x_{jk}); \\ D(l, k-1) + c(\lambda, x_{jk}); \\ D(l-1, k) + c(x_{il}, \lambda). \end{cases}$$

Мінімальна ціна відповідає оптимальному шляхові, який визначається методом динамічного програмування. Для того, щоб даний метод міг враховувати специфіку російської мови і передбачати можливість появи деяких помилок при введенні з клавіатури, у роботі розроблені критерії подібності між запитом і словами, що знаходяться в БД, які враховують: невідповідність регістрів, можливість появи орфографічних помилок, подібність голосних букв і їхня парна розбіжність, подібність дзвінків і глухих приголосних, подібність символів, розташованих поруч на клавіатурі і можливість їхньої порядкової розбіжності.

Розроблено структуру ШНМ ART-1s для задачі формування ТК, спрощена структура якої (не показані керуючі нейрони) представлена на рис. 2. "Класична" ШНС ART-1 (виділена пунктиром) складається з трьох шарів нейронів (дискретні  $F_0$  і  $F_1$  для збереження векторів  $X$  і  $Z$  відповідно; безперервний  $F_2$  для збереження вектора вихідних нейронів  $Y$ ).

Шари нейронів  $F_0$  і  $F_1$  з'єднані однонаправленими зв'язками  $w_{ii}^0$  між одноіменними елементами  $x_i$  і  $z_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , де  $n$  – кількість нейронів у шарах  $F_0$  і  $F_1$ . Шари  $F_1$  і  $F_2$  з'єднані двонаправленими зв'язками  $w_{ij}^1$  і  $w_{ji}^2$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, m}$

(кожний з кожним), де  $m$  – кількість розпізнаючих нейронів шару  $F_2$ .

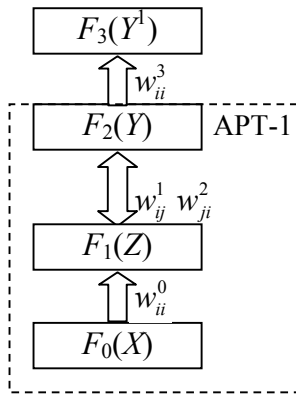


Рис. 2. Структура ШНМ АРТ-1s.

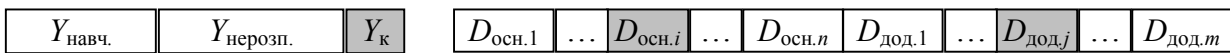
Ваги зв'язків  $w_{ij}^1$  та  $w_{ji}^2$  формуються в процесі навчання ШНМ методом швидкого навчання, причому  $w_{ij}^1$  визначають розмір вихідного сигналу нейрона  $y_j$  ( $j = \overline{1, m}$ ) від відповідних компонентів вектора  $X$ , а зв'язки  $w_{ji}^2$  визначають дискретний еталон класу при активації нейрона  $y_j$ . На відміну від "класичної" структури ШНМ, де елементи шарів  $F_1$  і  $F_2$  об'єднані кожний з кожним (повнозв'язна схема), у даній структурі зв'язок шарів сильно проріджений, тому що вона відображає покриття елементами шару  $F_2$  елементів шарів  $F_0$  і  $F_1$  відповідно.

Для розширення можливостей АРТ-1 (одержання декількох рішень та вибір найкращого), додано шар  $F_3$  реєструючих нейронів  $Y^1$ . Вхід кожного нейрона  $y_j^1$  ( $j = \overline{1, m}$ ) з'єднано однонаправленим зв'язком  $w_{ii}^3$  із виходом відповідного розпізнаючого нейрона, а ваги вказаних зв'язків відповідають глобальним пріоритетам  $w_{gk}$  МАІ.

Для заданого  $D_i^v$  пацієнта, за допомогою інформаційної системи (перетворення  $F_3$ ) формується множина необхідних терапевтичних дій  $f_{Di}$  для  $i$ -го пацієнта, і на її основі – бінарний вхідний вектор  $X$  ШНМ.

Компоненти вектора  $X$  відповідають елементам множини терапевтичних дій  $f_D = \{f_1, \dots, f_k\}$ , які можуть застосовуватися до множини діагнозів  $D = \{D_1, \dots, D_l\}$  у даній предметній області. Вихідними нейронами ШНМ є нейрони  $Y$ , що відповідають множині можливих препаратів, які застосовуються у даній предметній області  $Y_0 = \{y_1, \dots, y_n\}$ , і які забезпечують покриття  $f_D$ .

Для  $i$ -го пацієнта одиничними компонентами вектора  $X$  є ті компоненти, що відповідають елементам підмножини  $f_{Di}$  ( $f_i \in f_{Di}$ ),  $i = \overline{1, k}$ , а в шарі  $F_3$  незагальмованими залишаються ті нейрони, що відповідають елементам множини  $Y_2$ . Особливості формування векторів  $X$  і  $Y^1$  показані на рис. 3.



а)

б)

Рис. 3. Особливості формування: а) шару  $F_3(Y^1)$ ; б) шару  $F_0(X)$

На рис. 3а показаний вихідний шар  $F_3$ , що складається з поля навчених нейронів  $Y_{навч.}$  – елементів множини  $Y_0$ , шару нерозподілених нейронів  $Y_{нерозп.}$ , які є резервними і розподіляються з появою нових лікарських препаратів, та вихідний нейрон терапевтичного комплексу  $Y_к$ , призначення якого описано нижче. На рис. 3б показаний вхідний шар  $F_0$ , компоненти якого  $x_i$  згруповані по відповідних діагнозах (основним і додатковим). Таким чином при формуванні

ТК  $i$ -го пацієнта одиничні значення приймають відповідні елементи вектора  $X$  (виділені на рис. 3б). Після навчання ШНМ на навчальній виборці, процес формування терапевтичного комплексу  $Y_k$  є ітераційною процедурою і має наступний вигляд.

Крок 1. Вхідний вектор  $X$  подається на вхід ШНМ і виконується його класифікація, при цьому визначається вихідний нейрон-переможець  $y_j$ , який з урахуванням ваг зв'язків  $w_{ij}^1$  забезпечує максимальне покриття компонентів вхідного вектора.

Крок 2. Нейрон  $y_j$  включається в ТК  $Y_k$ , а сам нейрон загальмовується (блокується). Одночасно з нейроном  $y_j$  загальмовуються всі ті нейрони  $y_k$ , для яких  $V_{kj} < 0, k = \overline{1, m}, k \neq j$ . Для реалізації процедури формування ТК  $Y_k$ , ті компоненти вектора  $X - X_{y_j}$ , що відповідають терапевтичним діям  $f_{y_j}$  нейрона переможця  $y_j$  обнуляються, тобто  $X^{new} = X^{old} \oplus X_{y_j}$ , де  $X^{new}$  і  $X^{old}$  нове і старе значення вхідного вектора відповідно,  $\oplus$  – операція покомпонентного додавання векторів по модулю 2.

Крок 3. Модифікований вхідний вектор  $X^{new}$  подається на ШНМ і в результаті виконання кроків 1 і 2 визначається другий вихідний нейрон-переможець  $y_l$ , що включається в ТК.

Процедура продовжується до досягнення критерію зупинки (виконано покриття  $f_{Di}$ , що відповідає обнулінню всіх компонент вектора  $X$ ).

Крок 4. В якості нейрона ТК  $Y_k$  вибирається нерозподілений нейрон, що має зв'язок з усіма компонентами вектора  $X$ . Формування ваг зв'язків зазначеного нейрона полягає в тому, що він успадковує зв'язки  $w_{ij}^1, w_{ji}^2$  та  $w_{ii}^3$  усіх компонент сформованого ТК. Для нейрона  $Y_k$  визначається параметр подібності  $p$ , а також компоненти сформованого ТК (множина нейронів-переможців, отримана на кроках 1, 2). Вони є вихідними даними системи підтримки ухвалення рішень і пред'являються ОПР для ухвалення остаточного рішення. Час "життя"  $Y_k$  дорівнює часу ухвалення рішення для  $i$ -го пацієнта, після чого йому відновлюються зв'язки нерозподіленого нейрона.

Кроки 1 – 4 відповідають режимові класифікації ШНМ, що навчена на основі експертних оцінок компонент векторів характеристик  $S_{yi} = \{s_1, \dots, s_r\}$  лікарських препаратів. Зазначена процедура може бути реалізована із застосуванням навчання (крок 5) з учителем.

Крок 5. Класифікація з навчанням ШНМ. Навчання ШНМ з учителем дозволяє корегувати ваги зв'язків  $Y_k$  лікарем-експертом з урахуванням статистики обслуговування пацієнтів і дій ОПР. Остаточним етапом навчання є повернення відкоригованих зв'язків  $Y_k$  нейронам-компонентам ТК  $y_j^1$  і переведення  $Y_k$  у стан нерозподіленого нейрона.

У четвертому розділі розроблено інформаційне, алгоритмічне та програмне забезпечення підсистеми призначення комплексів лікарських препаратів. Загальна структура системи відповідає рис. 1 і складається з:

- головного вікна програми;
- модуля роботи з БД пацієнтів, препаратів, діагнозів.
- модуля роботи з БЗ – формування матриць парних порівнянь (МПП) критеріїв та МПП аналогів, обчислення локальних і глобальних пріоритетів;
- модуля роботи з ШНМ (розрахунок вагових коефіцієнтів мережі, формування вихідного вектора мережі, формування ТК, верифікація результатів лікарем і внесення змін у ТК;
- модуля асоціативного пошуку інформації у БД діагнозів.

У якості вихідних даних система використовує файл із БД DataBase.mbr, яка сформована в Microsoft Access, а також інформацію про пацієнта, що вводиться користувачем. БД являє собою сукупність таблиць, що містять інформацію трьох видів: дані про препарати, пацієнтів і діагнози. Крім того формується БЗ, що містить інформацію про поточні значення коефіцієнтів нейронної мережі а також МПП препаратів-аналогів і МПП локальних критеріїв з розрахованими по МАІ глобальними пріоритетами. Програмне забезпечення системи побудовано по блоковому принципу, створено на базі мови програмування Delphi, використовуючи середовище візуального програмування Borland Delphi версії 7.

При цьому визначені наступні типи користувачів, які наділені різними повноваженнями: адміністратор, лікар-експерт і лікар-користувач. У залежності від типу користувача змінюється й інтерфейс системи. Головне вікно системи з пунктами та підпунктами основного меню представлено на рис. 4, а вікно формування ТК представлено на рис. 5.

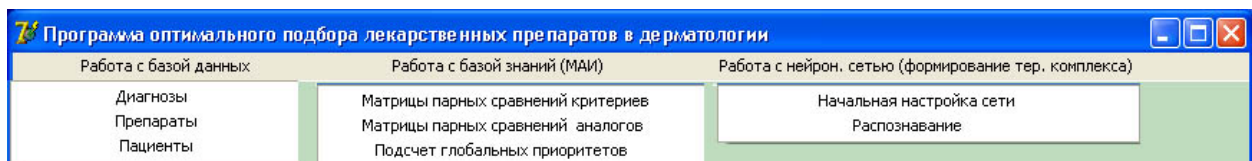


Рис. 4. Головне вікно системи та основне меню

Користувач-лікар може коректувати рішення системи, тобто змінювати структуру ТК, замінюючи будь-які препарати на їхні аналоги. При цьому передбачено режим накопичення статистики управлінських рішень. На етапі формування БЗ, при заповненні відповідних МПП, система перевіряє узгодженість цих матриць, і у випадку, якщо помилка узгодження перевищує визначену межу, рекомендує експерту переглянути свої оцінки.

Результатом роботи системи є виведена на екран монітора інформація з

БД і БЗ, а також сформований у відповідь на запит користувача ТК, що являє собою перелік рекомендованих препаратів для даного пацієнта, при цьому уся інформація зберігається системою в БД.

Рис. 5. Вікно формування комплексу лікарських препаратів

У п'ятому розділі виконано тестову перевірку системи на реальних медичних даних, які були люб'язно представлені зав. лабораторією алергології ДУ "Інститут дерматології і венерології АМН України", проф., д. мед. н. Солошенко Е.М. Для тестової перевірки була використана медична БД, яка містить інформацію про 194 пацієнта. Діагностика ведеться за трьома основними діагнозами (псоріаз, екзема, лікарська хвороба), при цьому 117 пацієнтів мають супутні захворювання. Зазначені діагнози (основні та супутні) відповідають 41 терапевтичній дії. Для реалізації зазначених терапевтичних дій, у БД лікарських засобів внесено 340 лікарських препаратів. Сформовано БЗ експертних оцінок і параметрів ШНМ. При експлуатації системи виконувалися наступні види тестових перевірок:

– апробація методу асоціативного пошуку інформації в медичній БД. Під час асоціативного пошуку інформації між словом-запитом та текстовим полем БД обчислюється міра близькості текстових рядків, що дозволяє знаходити необхідну інформацію при наявності різних типів помилок та перекручувань слова-запиту, які можуть виникати при введенні даного слова з клавіатури. При

цьому, якщо вірогідність такого розпізнавання менше 50%, то система видає повідомлення про відсутність у БД відповідної інформації;

– апробація методу багатокритеріального порівняння препаратів-аналогів з використанням МАІ;

– апробація методу формування терапевтичного комплексу на основі нейромережних технологій.

Результати тестування наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Результати верифікації рішення системи відносно ТК лікарем-експертом

| Основний діагноз           |                   | Загальне число пацієнтів | З них мають супутні захворювання | Верифікація результатів лікарем-експертом |    |           |    |
|----------------------------|-------------------|--------------------------|----------------------------------|---|----|-----------|----|
| Код Міжн. класифік. хвороб | Найменування      |                          |                                  | підтвердив                                |    | корегував |    |
|                            |                   |                          |                                  | од.                                       | %  | од.       | %  |
| L 240,9                    | Псоріаз           | 116                      | 68                               | 99  | 85 | 17        | 15 |
| L 30,9                     | Лікарська хвороба | 45                       | 27                               | 40  | 89 | 5         | 11 |
| T 88,7                     | Екзема            | 33                       | 22                               | 29  | 88 | 4         | 12 |
| Усього                     |                   | 194                      | 117                              | 168                                       | 87 | 26        | 13 |

Таким чином, у 87% проведених експериментів лікар погодився з рішенням системи. Якщо ж лікар не згодний з рішенням системи  $y_i^1$ , та з запропонованих йому препаратів-аналогів вибирає інший  $y_j^1$ , то в даній системі передбачений режим накопичення статистики управлінських рішень та навчання ШНМ з учителем для лікаря-експерта, при цьому коефіцієнти ШНМ  $w_{jj}^3$  корегуються по формулі

$$w_{jj}^{3\text{new}} = (w_{jj}^3 + \alpha p_j) / (1 + \alpha), \quad j = \overline{1, n1},$$

де  $\alpha$  – навчальний коефіцієнт, який задається в діапазоні  $[0, 1]$ , змінює "швидкість" навчання системи, та визначає ступінь довіри до того лікаря-користувача, який проводить верифікацію рішення системи. У граничному випадку, коли  $\alpha = 0$ , система взагалі не буде орієнтуватися на думку лікаря;

$p_j$  – вірогідність вибору  $j$ -го рішення (нейрона  $y_j^1$ ) за період накопичення статистики  $\Delta t$ . Якщо корекція виконується після кожної верифікації, то при виборі  $y_j^1$ , значення  $p_j = 1$ , а  $p_l = 0$ ,  $l = \overline{1, n1}$ ,  $l \neq j$ ;

$n1$  – кількість препаратів-аналогів в групі  $\Theta_k (y_j, y_l \in \Theta_k)$ .

Таким чином, після декількох кроків навчання, система буде вибирати саме той препарат, на призначенні якого наполягає лікар-користувач.



## ВИСНОВКИ

У дисертації вирішена актуальна науково-технічна задача – розробка методу формування терапевтичних комплексів лікарських препаратів при багатокритеріальній оцінці препаратів-аналогів, у якому враховуються діагнози і індивідуальні особливості пацієнтів, і розробка біотехнічної системи підтримки прийняття рішень у дерматології для реалізації методу на основі сучасних інформаційних технологій, що в остаточному підсумку підвищує ефективність процесу реабілітації пацієнтів.

Основні наукові і практичні результати дисертаційної роботи:

1. Проведено аналіз існуючих методів обробки інформації в інформаційно-пошукових системах лікарських препаратів, що показав відсутність методів формування ТК при багатокритеріальній оцінці препаратів-аналогів з врахуванням основного та супутніх захворювань і індивідуальних особливостей пацієнтів, та актуальність створення біотехнічної системи підтримки прийняття рішень у дерматології, що дозволило сформулювати мету роботи і задачі дослідження.

2. Формалізовано задачу формування ТК при розширених діагнозах й індивідуальних особливостях пацієнтів як задачу покриття множини необхідних терапевтичних дій з урахуванням обмежень на сумісність і індивідуальну переносимість препаратів при багатокритеріальному порівнянні препаратів-аналогів, що дозволило формалізувати етапи інформаційної підтримки ОПР у лікувально-діагностичному процесі реабілітації пацієнтів.

3. Розроблено узагальнену структурну схему біотехнічної системи підтримки прийняття рішень при призначенні лікарських препаратів у дерматології, що забезпечує ведення БД препаратів і БД пацієнтів, формування комплексу лікарських препаратів при багатокритеріальному порівнянні препаратів-аналогів, верифікацію управлінських рішень і реалізацію режиму самонавчання системи при накопиченні статистики управлінських рішень.

4. Розроблено структуру ШНС АРТ-1 для задач діагностики і багатокритеріального підбору лікарських засобів, що, на відміну від класичної ШНС, дозволяє визначати кілька припустимих рішень (якщо вони існують) і виконувати вибір найкращого рішення відносно заданого критерію.

5. Проаналізовано особливості й області застосування базового алгоритму швидкого навчання ШНМ АРТ-1, і на основі проведеного аналізу розроблено алгоритм навчання вагових коефіцієнтів модифікованої ШНС АРТ-1 із застосуванням МАІ, який, на відміну від відомих алгоритмів, враховує не тільки близькість вхідних векторів, але і глобальні критерії при багатокритеріальній оцінці, а також статистику управлінських рішень, що забезпечує оптимальну схему формування комплексів лікарських препаратів.

6. Виконано дослідження і класифікацію помилок, що допускаються користувачами при введенні з клавіатури інформації російською мовою, проаналізовано особливості методів асоціативного пошуку, і на основі проведеного аналізу розроблені критерії подібності текстових рядків та метод асоціативного пошуку текстової інформації в біотехнічних медичних системах, що дозволило виконувати пошук інформації в текстових полях медичних БД при наявності типових помилок людини-оператора у запиті.

7. Розроблено інформаційну структуру, структуру БД і БЗ, а також алгоритмічне та програмне забезпечення системи підтримки прийняття рішень при формуванні ТК, що дозволило виконати інформаційну підтримку прийняття рішень при призначенні комплексної терапії хворим на поширені дерматози.

8. Виконано тестову перевірку системи на реальних даних, для чого сформовано медичну БД, що містить опис 40 діагнозів (трьох основних – псоріаз, екзема, лікарська хвороба, і 37 супутніх), 67 терапевтичних дій, 180 лікарських препаратів, які володіють відзначеними діями. Сформована БЗ, що містить МПП за 5-ма локальними критеріями для кожної з 5-ти груп пацієнтів. По кожному з локальних критеріїв сформовані МПП для 67 груп препаратів-аналогів. БЗ також містить вагові коефіцієнти ШНМ, що отримані в результаті навчання мережі на вибірці, що включає 203 пацієнта з установленими розгорнутими діагнозами (основне і супутнє захворювання) і сформованими ТК. При навчання мережі в 73 пацієнтів (36% від загального числа пацієнтів) лікар корегував рішення системи щодо структури ТК і вибору відповідних препаратів-аналогів, але після адаптації вагових коефіцієнтів, у 198 пацієнтів (97% від загального числа пацієнтів) рішення системи підтверджено лікарем.

9. Результати дисертаційної роботи впроваджені у вигляді моделей, алгоритмів і пакетів прикладних програм для рішення задачі підтримки прийняття рішення при формуванні ТК в лабораторії алергології Українського НДІ дерматології і венерології, в навчальному процесі кафедри "Обчислювальна техніка і програмування" НТУ "ХПІ".

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. Дмитриенко В.Д. Интеллектуальный интерфейс обработки медицинских данных / В.Д. Дмитриенко, О.А. Поворознюк // Сб. научн. трудов ХГПУ. Информационные технологии: наука, техника, технология, здоровье. – Харьков: ХГПУ, 1999. – Вып. 7, Ч.4. – С. 396–398.

2. Дмитриенко В.Д. Применение нейронных сетей при построении медицинских информационных систем / В.Д. Дмитриенко, О.А. Поворознюк // Системный анализ, управление и информационные технологии. Вестник ХГПУ. – Харьков: ХГПУ, 2000. – Вып. 99. – С. 134–137.

3. Дмитриенко В.Д. Структура медицинских данных и особенности их обработки / В.Д. Дмитриенко, О.А. Поворознюк // Вестник НТУ "ХПИ". – Харьков: НТУ "ХПИ", 2001. – № 4. – С. 72–74.

4. Дмитриенко В.Д. Новые алгоритмы обучения одно- и многомодульных дискретных нейронных сетей АРТ / В.Д. Дмитриенко, О.А. Поворознюк // Вестник НТУ "ХПИ". – Харьков: НТУ "ХПИ", 2008. – № 24. – С. 51–64.

5. Дмитриенко В.Д. Применение нейронных сетей в задаче оптимального подбора лекарственных препаратов / В.Д. Дмитриенко, О.А. Поворознюк // Вестник НТУ "ХПИ". – Харьков: НТУ "ХПИ", 2008. – № 49. – С. 56–63.

6. Дмитриенко В.Д. Дискретная нейронная сеть адаптивной резонансной теории для решения задач подбора лекарственных препаратов / В.Д. Дмитриенко, О.А. Поворознюк // Вестник НТУ "ХПИ". – Харьков: НТУ "ХПИ", 2009. – №13. – С. 61–68.

7. Дмитриенко В.Д. Биотехническая система диагностики и лечебных мероприятий в дерматологии / В.Д. Дмитриенко, О.А. Поворознюк // Вестник НТУ "ХПИ". – Харьков: НТУ "ХПИ", 2009. – №43. – С. 53–61.

8. Дмитриенко В.Д. Многокритериальная оценка лекарственных препаратов / В.Д. Дмитриенко О.А. Поворознюк // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – Вінниця, ВНТУ, 2009 – №3 – С. 144–148.

9. Дмитриенко В.Д. Система оптимального подбора лекарственных средств в дерматологии / В.Д. Дмитриенко, О.А. Поворознюк // Автоматика-2008: доклады XV международной конференции по автоматическому управлению, Одесса, 23–26 сентября 2008 г. – Одесса: ОНМА, 2008. – С. 159–161.

10. Дмитриенко В.Д. Многокритериальная оценка лекарственных препаратов [Электронный ресурс] / В.Д. Дмитриенко, О.А. Поворознюк // Доклады IX Международной конференции: контроль и управление в сложных системах (КУСС-2008), Винница, 21-24 октября 2008 г. – Винница: ВНТУ, 2008. – С. 262. – Режим доступа: <http://www.vstu.vinnica.ua/mccs2008/tezisy>.

11. Дмитриенко В.Д. Система поддержки принятия решения при назначении лекарственных препаратов / В.Д. Дмитриенко, О.А. Поворознюк, А.И. Поворознюк // Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта: Материалы международной научной конференции, Евпатория, 18-22 мая 2009 г. – Херсон: ХНТУ, 2009 – Том 1. – С. 169–173.

12. Дмитриенко В.Д. Нейросетевые технологии в задаче назначения лекарственных препаратов / В.Д. Дмитриенко, О.А. Поворознюк // Труды десятой международной научно-практической конференции "Современные информационные и электронные технологии" (СИЭТ-2009) Одесса, 18–22 мая 2009 г. – Одесса, ОНПУ, 2009. – Том 1. – С. 84.

13. Поворознюк О.А. Система підтримки прийняття рішень при призначенні лікарських препаратів в дерматології / О.А. Поворознюк // 16 міжнародна

конференція з автоматичного управління “Автоматика 2009”. Тези доповідей, Чернівці, 22–25 вересня 2009 р. – Чернівці: Книги-XXI, 2009. – С. 279–281.

14. Дмитриенко В.Д. Система поддержки принятия решения при назначении лекарственных препаратов на основе нейросетевых технологий / В.Д. Дмитриенко, О.А. Поворознюк // Компьютерные науки и технологии. Ч.1: Сборник трудов первой международной научно-технической конференции. Белгород, 8–9 октября 2009 г. – Белгород: ГиК, 2009. – С. 158–161.

15. Комп'ютерна система багатокритеріального підбору лікарських препаратів в дерматології / Солошенко Е.М., Поворознюк А.І., Поворознюк О.А., Ярмач Т.П., Шевченко З.М. // Імунологія та алергологія – К.: Інститут Урології АМН України, 2009. – №2–3. – С. 177.

16. Дмитриенко В.Д. Применение нейросетевых технологии в биотехнической системе диагностики и лечебных мероприятий в дерматологии / В.Д. Дмитриенко, О.А. Поворознюк // Труды XI международной научно-практической конференции "Современные информационные и электронные технологии" (СИЭТ-2010) Одесса, 24–28 мая 2010 г. – Одесса, ОНПУ, 2010. – Том 1. – С. 25.

## АНОТАЦІЇ

**Поворознюк О.А. Біотехнічна система призначення лікарських препаратів в дерматології. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи. – Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, 2010.

Робота присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі – розробці біотехнічної системи формування терапевтичних комплексів лікарських препаратів в дерматології, що враховує розгорнуті діагнози та індивідуальні особливості пацієнтів, несумісність препаратів, багатокритеріальне порівняння препаратів-аналогів і статистику управлінських рішень з метою підвищення ефективності медикаментозної реабілітації пацієнтів. В роботі формалізовано задачу та розроблено метод формування терапевтичних комплексів на основі розробленої штучної нейронної мережі, яка формує множину допустимих рішень та вибір найкращого відносно заданого критерію, а також її алгоритми навчання та функціонування, що враховують експертні оцінки при порівнянні препаратів-аналогів і статистику управлінських рішень. Розроблено структуру, інформаційне, алгоритмічне та програмне забезпечення біотехнічної системи і виконано її тестову перевірку.

**Ключові слова:** біотехнічна система, лікарський препарат, терапевтичний комплекс, штучна нейронна мережа, алгоритм навчання,

експертна оцінка, багатокритеріальне порівняння.

**Поворознюк О.А. Биотехническая система назначения лекарственных препаратов в дерматологии. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.17 – биологические и медицинские приборы и системы. – Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, 2010.

Работа посвящена решению актуальной научно-технической задачи – разработке биотехнической системы формирования терапевтических комплексов лекарственных препаратов в дерматологии, в которой учитываются развернутые диагнозы и индивидуальные особенности пациентов, несовместимость препаратов, многокритериальное сравнение препаратов-аналогов, и статистику управленческих решений с целью повышения эффективности процесса реабилитации пациентов в условиях медикаментозного лечения.

Эта задача решается посредством разработанных и исследованных в диссертации теоретических основ и информационных технологий метода формирования комплексов лекарственных препаратов.

На основании проведенного системного анализа существующих методов обработки информации в информационно-поисковых системах лекарственных препаратов, обосновано применение дискретной ИНС адаптивной резонансной теории с использованием метода МАИ, позволяющего формировать экспертные оценки препаратов-аналогов, что позволило сформулировать цель работы и задачи исследования.

Формализована задача формирования комплекса лекарственных препаратов как задача покрытия множества необходимых терапевтических действий с учетом ограничений на совместимость и индивидуальную переносимость препаратов при многокритериальном сравнении препаратов-аналогов, что позволило формализовать этапы информационной поддержки ЛПР в лечебно-диагностическом процессе реабилитации пациента.

Разработан метод формирования терапевтического комплекса на основе искусственной нейронной сети с многокритериальной оценкой препаратов-аналогов по методу анализа иерархий на этапе обучения, и учета статистики управленческих решений при самообучении, который учитывает развернутый диагноз и индивидуальные особенности пациента, что в конечном итоге повышает эффективность процесса реабилитации пациента.

Разработана обобщенная структурная схема биотехнической системы поддержки принятия решений при назначении комплексов лекарственных препаратов в дерматологии, которая обеспечивает ведение БД препаратов и БД пациентов, формирование БЗ, формирование комплекса лекарственных препаратов, верификацию управленческих решений и реализует режим

самообучения системы при накоплении статистики управленческих решений.

Разработана структура искусственной нейронной сети для задачи формирования терапевтических комплексов лекарственных препаратов, которая, в отличие от классической искусственной нейронной сети, позволяет определять несколько допустимых решений (если они существуют) и выполнять выбор наилучшего решения в смысле заданного критерия. Для этого к классической архитектуре дискретной нейронной сети АРТ добавлен слой регистрирующих нейронов, который формирует множество решений.

На основе анализа известных алгоритмов обучения искусственных нейронных сетей разработаны алгоритмы обучения и функционирования разработанной нейронной сети в задаче формирования терапевтических комплексов: начальное обучение сети при учете многокритериального экспертного сравнения препаратов-аналогов и текущая коррекция весов (самообучение сети с учителем) при учете статистики управленческих решений врача, как лица принимающего решения.

Выполнено исследование и классификацию ошибок, допускаемых пользователями при вводе с клавиатуры информации на русском языке, разработаны критерии близости текстовых строк на основе упомянутых выше исследований и разработан метод ассоциативного поиска текстовой информации при обработке медико-биологических данных, и на его основе разработан интеллектуальный интерфейс системы поддержки принятия решений при формировании терапевтического комплекса.

Разработана информационная модель, структура базы данных и базы знаний, а также алгоритмическое и программное обеспечение биотехнической системы и выполнена ее тестовая проверка на реальных медицинских данных, которая подтвердила эффективность работы системы.

**Ключевые слова:** биотехническая система, лекарственный препарат, терапевтических комплексов, искусственная нейронная сеть, алгоритм обучения, экспертная оценка, многокритериальное сравнение.

**Povoroznyuk O.A. Biotechnical system of prescribing medical preparates in dermatology. – manuscript.**

The dissertation for scientific degree candidate of technical sciences on speciality 05.11.17 – biological and medical devices and systems. – The Kharkiv National University of Radioelectronics, Kharkiv, 2010.

The work is devoted to solving an actual scientific and technical task – development of biotechnical system of therapeutic medical complexes in dermatology, which takes into consideration comprehensive diagnoses and patients' individual features, incompatibility of medicine, multicriterial comparison of analogous preparates and statistics of managerial decisions for the purpose of

increasing the efficiency of medicamental rehabilitation of patients. The work formalizes the task and develops the way to form therapeutic complexes on the basis of artificial neural network, which forms the set of possible decisions and the selection of the best relatively specified criteria, as well as the algorithm of its upgrading and functioning, which takes into consideration the expert appraisal while comparing the analogous preparates and the statistics of managerial decisions. We have developed the structure as well as the date, algorithmic and software support of the biotechnical system and given it a test verification.

**Keywords:** biotechnical system, medical preparate, therapeutic complex, artificial neural network, upgrading algorithm, expert appraisal, multicriterial comparison.

Підписано до друку 08.09.2010 р. Формат 60x90/16.

Папір офсетн. Друк – цифровий. Умовн. друк. арк. 0,9

Гарнітура Times New Roman. Наклад 100 прим. Замовлення № 487

---

Надруковано у ТЗОВ "Цифра Прінт"

Свідоцтво Сер. А01 № 432705 від 03.08.2009 р.

61166, м. Харків, вул. Культури, 22б

---