

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський національний університет міського господарства
імені О. М. Бекетова

КРИВОШЕЄВ КОСТЯНТИН ВАЛЕРІЙОВИЧ



УДК 004.42:617.7

**МОДЕЛІ, МЕТОДИ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДТРИМКИ
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ДІАГНОСТУВАННІ ОЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ В
УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ**

05.13.06 – Інформаційні технології

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконано на кафедрі економічної кібернетики Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля Міністерства освіти і науки України (м. Северодонецьк).

Науковий керівник:

доктор технічних наук, доктор економічних наук,
професор, заслужений діяч науки і техніки України
Рамазанов Султан Курбанович,
Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана, професор кафедри
інформаційних систем в економіці.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Тімофєєв Володимир Олександрович,
Харківський національний університет
радіоелектроніки, завідувач кафедрою економічної
кібернетики та управління економічною безпекою

кандидат технічних наук
Косенко Віктор Васильович
директор ДП «Харківський науково-дослідний
інститут технології машинобудування»

Захист відбудеться «23» березня 2017 р. о 14:30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.089.04 у Харківському національному університеті міського господарства ім. О. М. Бекетова Міністерства освіти і науки України: 61002, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17, конференц-зала №1.

Із дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Харківського національного університету міського господарства ім. О. М. Бекетова за адресою: 61002, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17.

Автореферат розісланий «14» лютого 2017 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Ю. Ю. Гусєва

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сучасний спосіб життя у технологічному суспільстві призводить до погіршення життєдіяльності багатьох систем і органів людини. Саме тому, високий рівень досягнень у сфері новітніх інформаційних технологій (ІТ), математичного аналізу та моделювання, комп'ютерної техніки та апаратного забезпечення доцільно використовувати також для підвищення якості діагностики та лікувально-профілактичних заходів на всіх рівнях, починаючи з профілактичного огляду.

Великий темп життя вимагає більш швидкого аналізу стану здоров'я людини: ніхто вже не бажає затрачувати велику кількість часу у пошуках найкращого лікаря та чергах до нього, це призводить до того, що найчастіше пацієнти розпочинають самолікування – це може тільки ускладнити ситуацію. Актуальним є створення таких інформаційних систем (ІС) та технологій, що надають можливість провести первинний огляд без лікаря або порадитися з ним не виходячи з дому чи офісу.

З позиції лікаря велике навантаження призводить до такого негативного фактору, як розгляд всіх випадків захворювання однаково. Це не дозволяє зосередитися на ускладнених та неоднозначних випадках захворювання.

Розробка ІТ медичного призначення надає можливість вирішити ці проблеми. Сьогодні у медичній інформатиці велика увага приділяється розробці інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень лікаря та формалізації його знань у вигляді експертних систем. Такі системи надають низку безперечних переваг під час проведення огляду пацієнта: дозволяють проводити діагностування без лікаря, дозволяють зробити постановку діагнозу автоматизованою та чітко окреслити нові симптоми захворювань, виділити їх з великої кількості невизначених факторів.

Дуже часто для прийняття медичного рішення характерними є наступні властивості: недостатність знань, обмеженість ресурсів часу, відсутність провідних фахівців у конкретній галузі захворювань, неповнота інформації, щодо стану пацієнта. Розробка медичних систем підтримки прийняття рішень (СППР) дозволяє частково або повністю подолати перешкоди на шляху встановлення правильного діагнозу, та надати лікарю необхідну інформаційну підтримку. Така підтримка є найбільш актуальною під час проведення первинного огляду. Прикладом є проведення планового огляду у лікаря офтальмолога, а саме діагностика просторового зору людини (ПЗЛ).

Оцінкою передатних функцій просторового зору людини займалося багато вітчизняних і закордонних вчених: Белозерів А.Е., Владимиров С.М., Волков В.В., Денисенко А.О., Колесникова Л.И., Колесникова Л.Н., Левкович Ю.И., Макулов В.Б., Мосин И.М., Паук В.Н., Пантелеев Г.В., Шамшинова А.М., Шапиро В. М., Шелепин Ю, Е. Велика увага приділяється розробкам СППР у роботах наступних авторів: Готра О.З., Крупський К.Л., Крутов С.І., Ляшенко Т.В., Рамазанов С.К., Продеус А.М., Симанков В.С., Халафян А.А. та інших.

У роботах авторів сформовано базові принципи та моделі побудови СППР, також розкрито основні принципи оцінки просторового зору людини. Однак, в існуючих дослідженнях не вирішувалась проблема оцінки просторового зору людини на етапі діагностики в умовах невизначеності.

Оскільки зоровий аналізатор є складною системою, а в основі ПЗЛ полягає процес розпізнання відмінності об'єкта від навколишнього середовища, то відхилення від норми можуть бути зумовлені порушеннями у діяльності мозкового центру. Це ускладнює прийняття рішень лікарем, через наявність великої кількості невизначених факторів та суміжних діагнозів.

Вирішення задачі підвищення ефективності діагностики ПЗЛ потребує автоматизації процесу обробки медичних даних. Саме тому, актуальним є розробка моделей та методів і побудова на їх основі інформаційної технології підтримки прийняття рішень при діагностуванні очних захворювань в умовах великої кількості невизначених факторів. Виходячи з цього, було обрано тему роботи, сформульовано мету та задачі дисертаційного дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана у відповідності науковим напрямкам кафедри економічної кібернетики Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля: тема «Розробка теоретико-методичних основ проектно-орієнтованого управління стійким і безпечним розвитком регіону в епоху економіки знань» (номер державної реєстрації – 0112U000233, 2012-2014 р.); «Розробка технічного завдання проекту автоматизованої інформаційної системи управління підприємством «ЛПЗ»» (номер державної реєстрації – 0113U005094 за договором №У-4-13/117 від 01 лютого 2013); «Теоретико-методологічні основи проектно- і процесноорієнтованого управління на регіональному рівні безпечним функціонуванням і розвитком суб'єктів і об'єктів діяльності в умовах економіки знань, системних криз та гібридних загроз» (номер державної реєстрації - 0115U000647, 2015-2017 р.).

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності процесу прийняття рішень при діагностуванні очних захворювань за рахунок розробки моделей, методів та інформаційної технології у вигляді системи підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- провести аналіз інформаційних технологій, що використовуються під час проведення діагностики зору;
- розробити метод формування питань експертної системи;
- розробити математичну модель ідентифікації діагнозу в умовах невизначеності;
- удосконалити метод розмиття зображення за Гаусом;
- розробити метод зменшення впливу послідовних образів при проведенні діагностики;
- розробити інформаційну технологію та її алгоритми на основі створених математичних моделей та методів;
- виконати програмну реалізацію інформаційної технології у вигляді СППР та провести її апробацію в рамках діяльності лікувальних установ.

Об'єкт дослідження: процес прийняття рішень при діагностуванні очних захворювань в умовах невизначеності.

Предмет дослідження: моделі, методи та інформаційна технологія прийняття рішень при діагностуванні очних захворювань в умовах великої кількості невизначених факторів.

Методи дослідження. Теоретичною та методологічною основою дослідження є наукові праці провідних українських та закордонних авторів. У дисертаційній роботі використано наступні методи: методи системного аналізу, теорії прийняття рішень, штучного інтелекту, математичного прогнозування, методи побудови баз даних та об'єктно-орієнтованого програмування.

Наукова новизна одержаних результатів. У ході вирішення поставлених у дисертаційній роботі задач отримано такі наукові та практичні результати.

Вперше:

- розроблено метод формування питань експертної системи у вигляді графічних стимулів, які мають тривимірну структуру, що підвищує швидкість та достовірність діагностики;
- розроблено метод зменшення впливу послідовних образів при діагностуванні, за рахунок введення контрастної хвилі між питаннями експертної системи, що зменшує вірогідність випадкової відповіді пацієнта.

Удосконалено:

- метод розмиття зображення за Гаусом, завдяки використанню обмежень границі при розрахунках наступного графічного стимулу, що зменшує час проведення опитувань при діагностиці.

Дістала подальшого розвитку:

- математична модель ідентифікації діагнозу в умовах невизначеності, що використовує суб'єктивні оцінки пацієнта, формалізує їх у вигляді чітких показників та дозволяє співвіднести їх із множиною точно встановлених діагнозів з урахуванням допустимих відхилень.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновані моделі, методи та інформаційну технологію реалізовано у вигляді системи підтримки прийняття лікарських рішень при діагностуванні її впроваджено у процес функціонування медичних установ: ГО «Міський офтальмологічний центр «Corvis» (м. Луганськ) та КУ «Северодонецька міська багатопрофільна лікарня» (м. Северодонецьк) та до навчального процесу у: Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля (м. Северодонецьк) та Івано-Франківський національний медичний університет (м. Івано-Франківськ).

Особистий внесок здобувача. Всі основні ідеї, положення, теоретичні та практичні розробки отримані автором особисто. Внесок автора в спільні публікації вказаний у списку опублікованих праць.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися й обговорювалися на другій міжнародній науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Проблеми глобалізації та моделі стійкого розвитку економіки» місто Луганськ 2010 рік.; V міжнародній науково-практичній конференції «Методи, моделі та інформаційні

технології в управлінні соціально-економічними, екологічними та технічними системами», місто Євпаторія 2012; міжнародного форуму інноваційних проектів студентів, аспірантів і молодих учених «Інноваційні проекти розвитку регіонів», місто Луганськ 2013; IV-ої міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Проблеми глобалізації та моделі сталого розвитку економіки», місто Луганськ 2014; V Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Проблеми глобалізації та моделі сталого розвитку економіки» 15-16 квітня 2016 року, м. Сєвєродонецьк..

Публікації. Основні результати дисертації опубліковано у 15 наукових роботах загальним обсягом 4,05 д.а., з яких авторові належить 3,25 д.а., з них 4 статей у наукових фахових виданнях, що пропонуються ВАК України, 3 у міжнародних фахових виданнях, з яких 1 статтю зареєстровано і включено до міжнародних каталогів наукових видань і наукометричних баз: РИНЦ, ScholarGoogle, ОАЛ, CiteFactor, Research Bible, Index Copernicus, та 8 робіт є тезами доповідей у збірниках праць наукових конференцій (0,91 д.а.).

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, переліку умовних скорочень, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 136 найменувань, 6 додатків. Робота викладена на 119 сторінках, містить 47 рисунків, 6 таблиць.

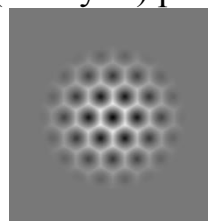
ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет та методи досліджень, представлено наукову новизну, зазначено особистий внесок автора, а також наведені дані щодо апробації та публікації результатів дослідження

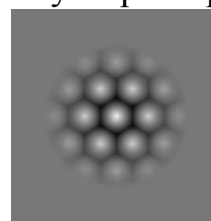
У **першому розділі «Особливості використання сучасних інформаційних технологій у медицині»** було проведено аналіз існуючих медичних інформаційних систем та технологій, детальну увагу було приділено актуальності використання сучасних ІТ при діагностуванні в офтальмології.

Згідно проведеному аналізу, ІТ та її реалізація у вигляді СППР належить до програмних комплексів. Більшість таких технологій ґрунтуються на вимірюванні окремих параметрів. Оскільки зоровий аналізатор є складною системою підпорядкованою безпосередньо мозку, для оцінки його стану недостатньо однієї величини. Вимірювання ПЗЛ долає ці обмеження.

У якості методу оцінки ПЗЛ, запропоновано використовувати графічні зображення решіток (стимули) різного контрасту та розміру (Рисунок 1).



а) пряме вимірювання



б) зворотне вимірювання

Рисунок 1 – Приклад тестових стимулів

Джерело: Складено автором самостійно.

У цьому випадку постає питання кількісної оцінки таких відповідей пацієнта, як: «бачу», «майже не бачу», «не бачу», необхідної для встановлення можливого діагнозу.

Таким чином, на сьогоднішній день не існує ІТ, що вимірюють ПЗЛ спираючись на тривимірну (подібну до фізіологічної) структуру стимулів, а існуючі методи ідентифікації діагнозу серед великої кількості невизначених факторів, потребують уточнення для вирішення поставлених задач. Виходячи з цього у розділі сформульовані актуальність та завдання дослідження.

У другому розділі «Моделі та методи підтримки прийняття рішень» розроблено метод відтворення графічних стимулів, відповідно до фізіологічної гексагональної структури сітківки ока. Вдосконалено метод розмиття зображень за Гаусом за рахунок використання обмежень кінцевих границь. Розроблено метод зменшення впливу послідовних образів, це дозволяє припустити, що на етапі діагностування велика кількість невизначених факторів, які впливають на оцінку стану зорової системи, буде зменшена. Спираючись на результати діагностування, розроблено метод ідентифікації діагнозу в умовах невизначеності та його математичну модель.

Реверсна гексагональна методика вимірювання ПКЧ передбачає наявність стимулів у вигляді гексагональних (шестикутних) патернів, що мають тривимірну структуру (Рисунок 2.а): вісі X та Y – кутові градуси, що відповідають за розмір патернів; вісь Z – значення контрасту певної частини стимулу (білий колір відповідає максимальній контрастності, чорний – мінімальній).

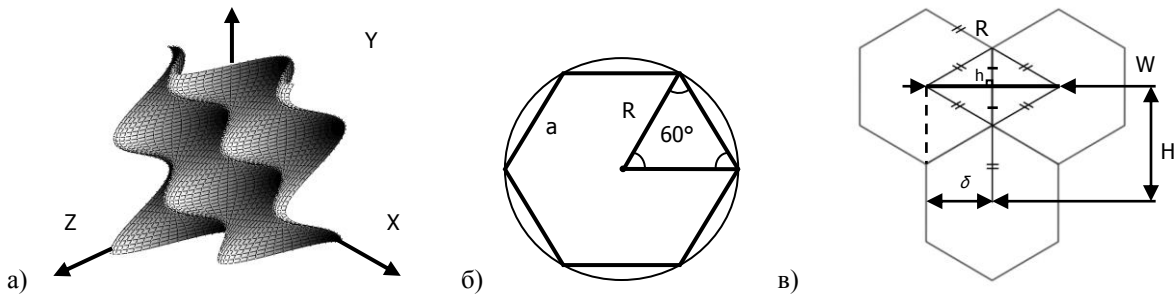


Рисунок 2 – Структура графічних стимулів

а) тривимірне представлення; б) двовимірне представлення; в) структура суміжних патернів
Джерело: Складено автором самостійно.

Щоб описати метод формування питань експертної системи, необхідно провести наступні розрахунки.

Виходячи з властивостей правильного шестикутника, вписаного в окружність з заданим радіусом R , усі його сторони дорівнюють цьому радіусу $a = R$. Кути між радіусом окружності та сторонами шестикутника дорівнюють 60 градусам (Рисунок 2.б). Для визначення відстані між центрами сусідніх патернів при побудові сітки (Рисунок 2.в) скористаємось властивостями правильного трикутника.

Величина W відповідає за відстань між центрами патернів по ширині. Обчислюється виходячи з висоти h правильного трикутника:

$$W = 2h = 2 \cdot \left(\frac{R\sqrt{3}}{2}\right) = R\sqrt{3} \quad (1)$$

Сітка відображається дзеркально за висотою від центра поля стимуляції (Рисунок 3), тому необхідно обчислити відстань між центрами сусідніх вічок і по ширині, і по висоті. При цьому потрібно врахувати половинний зсув δ між рядками решітки.

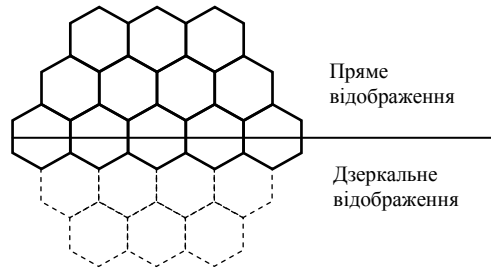


Рисунок 3 – Симетричне відображення стимулів

Джерело: Складено автором самостійно.

Оскільки $\delta=h$, тоді відстань між центрами патернів по вертикалі H :

$$H = R + \frac{R}{2} = \frac{3}{2}R = 1.5 R \quad (2)$$

Схема діагностики наведена на рисунку 3, вона має свої особливості: вимірювання повинні проводитися з відстані до екрана $L=2$ м, при цьому кут огляду $\varphi=6$ градусів, а поле стимуляції $S=18$ см.

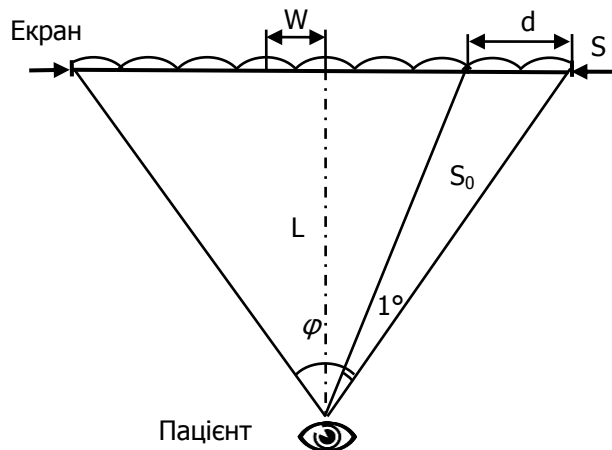


Рисунок 4 – Схема діагностування просторового зору

Джерело: Складено автором самостійно.

Виходячи із цих умов, для обчислення радіусу вічок сітки потрібно:

1) Визначити довжину поля, яке відсікається одним кутовим градусом:

$$S_0 = \frac{S}{\varphi} \quad (3)$$

2) Обчислити відстань між патернами W через частоту решітки:

$$W = \frac{S_0}{d} \quad (4)$$

3) Виходячи з формули (1), визначити радіус патерна:

$$R = \frac{W}{\sqrt{3}} \quad (5)$$

Метод побудови питань експертної системи у вигляді графічних стимулів може бути описаний у наступний спосіб:

1. Отримання базових параметрів середовища: ширина екрану SW ; висота екрану SH ; відстань до екрану L ; кут огляду φ ; частота або період решітки d .

2. Обчислення початкових параметрів діагностування для заданої через період решітки d просторової частоти: S - довжина поля стимуляції, W - відстань між патернами, R – початковий радіус патерна.

3. Побудова достатньої текстури сітки за встановленими значеннями просторової частоти d , контрасту k та обчислених параметрів..

4. Розповсюдження достатньої текстури по горизонталі.

5. Дзеркальне відображення зображення по вертикалі.

6. Побудова зображення графічного стимулу GI_{ij} , через усунення чітких границь між сіткою стимулу та фоном екрану.

7. Побудова кінцевого зображення, через розмиття за Гаусом зображення стимулу GI_{ij} для усунення графічних артефактів на межі контрастних ділянок зображення.

Метод розмиття зображення за Гаусом, дуже розповсюджений при обробці графічних зображень, у роботі запропонована його модифікація у частині застосування матриці згортки на краях зображення.

Припустимо, що вихідне зображення буде задано яскравістю $x(m, n)$. Яскравість вихідного зображення, після застосування фільтру – $y(m, n)$. Тоді, розмиття за Гаусом з радіусом r розраховується за формулою:

$$y(m, n) = \frac{1}{2\pi r^2} \sum_{u,v} e^{-\frac{(u^2+v^2)}{2r^2}} x(m+u, n+v) \quad (6)$$

Межу суми по u та v можна вибирати як плюс мінус кілька «сигм», тобто радіусів r , що дає складність алгоритму $O(r^2)$ операцій на піксель. Це занадто велике значення, розрахунки вихідного зображення будуть проводитись досить тривалий проміжок процесорного часу.

Перше прискорення дає властивість сепарабельності функції Гауса. Можна провести фільтрацію кожного рядка по осі X та отримане зображення відфільтрувати по кожному стовпцю за віссю Y . У такому разі складність алгоритму складає $O(r)$ операцій на піксель.

Друге прискорення надає структура цього зображення - при побудові вихідного (кінцевого) зображення не потрібно проводити розрахунки у кутах початкового зображення (Рисунок 5). На наведеному малюнку області, що не потребують обчислень зазначені штриховою лінією.

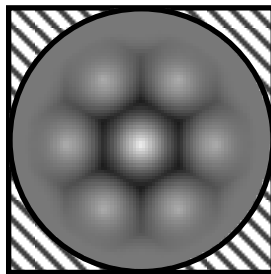


Рисунок 5 – Границі розрахунків кінцевого зображення графічного стимулу
Джерело: Складено автором самостійно.

Окружність – це помітна частина стимулу. Квадрат – границя поля стимуляції. Можна розрахувати обмеження для кожного кроку розмиття для кожного пікселя $p(x, y)$:

$$\sqrt{x^2 + y^2} < \frac{S}{2} \quad (7)$$

де S - довжина поля стимуляції, вона відповідає стороні квадрата, що зображений на рисунку 3.

Отже, вдосконалений метод розмиття зображення за Гаусом може бути описаний наступними кроками:

1. Розрахунок коефіцієнтів розмиття (ядра) фільтру за формулою Гауса для одномірного випадку.

2. Обчислення обмежень на розрахунки розмиття у кутах зображення, виходячи з довжини поля стимуляції S .

3. Фільтрація зображення по осі X , побудова тимчасового зображення.

4. Фільтрація тимчасового зображення по осі Y , отримання кінцевого зображення.

Під час діагностування око тривалий час фокусується на сприйнятті тестового стимулу, унаслідок цього з'являються послідовні образи. Для розслаблення ока, збільшення його рухомості між вимірюваннями та скорочення часу існування послідовного образу запропоновано *метод зменшення впливу послідовних образів (ЗВПО)*.

Ідея методу ЗВПО полягає у наступному: коли дані, щодо контрастної чутливості за певною просторовою частотою отримано, перед пред'явленням наступного тестового стимулу по екрану проходить декілька різноспрямованих хвиль із нормальним розподілом значень контрасту за довжиною хвилі, а також з використанням шуму для згладжування їх яскравих ділянок (Рисунок 6).

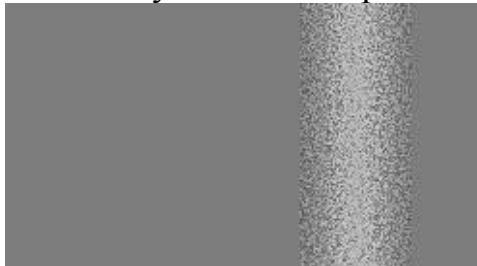


Рисунок 6 – Приклад контрастної хвилі

Джерело: Складено автором самостійно.

Наступні кроки описують метод ЗВПО:

1. Визначення базових параметрів:

- k_{max} , k_{min} - порогові значення контрасту, обираються за останнім показником контрастної чутливості;
- t - час здійснення операції (не повинен перевищувати 5 секунд, за цей час людина робить від 1 до 5 мигань);
- c – кількість хвиль, від 2 до 8;
- λ – довжина хвилі, залежить від довжини поля стимуляції:

$$\lambda = S/3. \quad (8)$$

2. Встановлення напрямку поширення хвилі та визначення швидкості хвилі v , виходячи з розмірів екрану:

$$v = \text{ceil}\left(\frac{X \cdot c}{t \cdot 1000}\right), \quad (9)$$

де X – ширина або довжина монітора (в залежності від напрямку розповсюдження); $t \cdot 1000$ - значення часу у мілісекундах; функція $\text{ceil}()$ - округлення числа з підвищенням до найближчого цілого, це необхідно зробити оскільки зсув зображення хвилі може відбуватись тільки на ціле число пікселів.

3. Побудова базового зображення хвилі.
4. Застосування фільтрів шуму та розмиття до базового зображення.
5. Циклічне відображення хвилі на екрані. Відбувається доки хвиля не дістане протилежної частини екрану. Після кожного відображення повторюється крок 3.

Експертна система використовує дані отримані від пацієнта на етапі діагностики (Таблиця 1) та робить висновок про наявність певного діагнозу за допомогою *математичної моделі ідентифікації діагнозу в умовах невизначеності*.

Таблиця 1 – Приклад вхідної інформації для ЕС

№ виміру	Просторова частота, цикл/градус											Чутливість, у.о.
	0,5	0,8	1	1,5	2	3	4	6	8	12	16	
1	42	45	49	53	56	57	59	52	48	41	37	
2	40	41	51	53	52	56	58	51	50	45	40	
3	38	38	50	55	60	50	51	45	39	35	33	

Джерело: Складено автором самостійно.

Зазначимо через $P = \{P_i\}_{i=1}^{z=\infty}$ – безліч існуючих пацієнтів.

Кожен пацієнт P_i має свій власний вектор симптомів $s_i = \{x_1, x_2, \dots, x_p\}$, $p = 11$. У результаті зіставлення отримаємо множину:

$$S = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} \end{pmatrix} = \{x_{ij}\}_{\substack{i=\overline{1,z} \\ j=\overline{1,p}}},$$

тобто множину симптомів. Рядки цієї матриці є набором симптомів певного пацієнта, вони відповідають структурі таблиці 1.

Якщо декільком пацієнтам P_1, P_2, \dots, P_w , $w \ll z$ встановлено однаковий діагноз, вони об'єднуються у спільний клас. Зазначимо через n кількість класів симптомів. Отже, n – кількість точно встановлених діагнозів.

Зазначимо через $d_i = \{x_1, x_2, \dots, x_p\}$ вектор симптомів, що точно визначає діагноз. Сукупність усіх d_i визначає множину можливих діагнозів $D = \{d_1, d_2, \dots, d_i\}$, $i = \overline{1, n}$.

У векторі симптомів, що точно визначає діагноз d_i довільним чином частково замінимо компоненти на *, тобто зазначимо їх, як невизначені однозначно. Отримаємо деякий вектор h_i , що містить інформацію про вектор d_i

у неповному обсязі. Домовимось називати h_i - еталонними векторами симптомів, скорочено еталонами.

Інколи для декількох пацієнтів, яким встановлено однаковий діагноз d_i , не може бути зіставлений загальний еталон h_i . Це виникає за умови:

$$|s_1 \cap s_2 \cap \dots \cap s_w| = 0, \text{ але } \{s_1, s_2, \dots, s_w\} \in d_i.$$

Для вирішення подібної проблеми у роботі пропонується використовувати вектори допустимих відхилень V_i^+ та V_i^- . $V_i^+ = (v_{i1}^+, v_{i2}^+, \dots, v_{ip}^+)$ це вектор допустимих відхилень у більшу сторону, а $V_i^- = (v_{i1}^-, v_{i2}^-, \dots, v_{ip}^-)$ – у меншу сторону від еталона h_i . Кількість елементів у V_i^+ та V_i^- співпадає з кількістю елементів у еталоні h_i : $|V_i^+| = |V_i^-| = |h_i|$.

Значення елементів векторів відхилень визначено у рамках обмежень:

$$0 \leq v_{ij}^+ \leq \max(h_{ij}) - h_{ij} \text{ та } 0 \leq v_{ij}^- \leq h_{ij}, \text{ де } j = \overline{1, p}. \quad (10)$$

Таким чином, для довільного симптому x_j та кожного еталонного вектору h_i отримаємо коридор допустимих відхилень у рамках якого зсув значення при діагностуванні є дозволим, тобто виконується умова:

$$\text{Якщо } (h_{ij} - v_{ij}^-) \leq x_j \leq (h_{ij} + v_{ij}^+), \text{ тоді } x_j = h_{ij}. \quad (11)$$

Задача встановлення діагнозу в умовах невизначеності має такий вигляд: якщо існує обмежена безліч діагнозів D , тоді необхідно побудувати метод визначення довільного набору симптомів $r = \{x_1, x_2, \dots, x_p\} \in S$ такий, що за найменшу кількість кроків надасть змогу встановити співвідношення r з певним діагнозом $d_i \in D$, або зробити висновок, що вектор r не може бути співвіднесений до існуючих діагнозів D .

$m_1, m_2, \dots, m_w, 1 \leq w \leq p$ – це послідовність допустимих ознак симптомів, коли w перших елементів m_j співпадають з ознаками у векторі діагнозів d_{ij} , тобто $m_j = d_{ij} = x_j$. Через $N(m_1, m_2, \dots, m_w)$ зазначимо множину всіх номерів i векторів d_{ij} для яких значення w елементів d_{ij} співпадає з m_1, m_2, \dots, m_w :

$$i \in N(m_1, m_2, \dots, m_w) \Leftrightarrow d_{i1} = m_1 \& d_{i2} = m_2 \& \dots \& d_{iw} = m_w \quad (12)$$

M_i це послідовність всіх номерів однозначно встановлених ознак в еталонному векторі h_i , тобто номери елементів, які відрізняються від *:

$$\text{Для } h_i = \{h_{ij}\} \text{ де } i = \overline{1, n} \text{ та } j = \overline{1, p}, j \in M_i \Leftrightarrow h_{ij} \neq *. \quad (13)$$

Найчастіше кількість елементів k у M_i менше ніж у діагнозі d_i : $1 \leq k \leq p = 11$.

Тоді, для довільної послідовності m_1, m_2, \dots, m_w через $M(m_1, m_2, \dots, m_w)$ зазначимо послідовність елементів, що співпадає з еталонам h_i .

Отже, для довільного набору симптомів $r = \{x_1, x_2, \dots, x_p\} \in S$ $M_r = \{j | s_j\}, j = \overline{1, p}$ це множина номерів елементів у векторі. Через

$X \subset \{1, 2, \dots, k\}$ позначимо довільну послідовність чисел таких, для яких $1 \leq k \leq p$. Якщо $X \neq \emptyset$, тоді задамо величину $\chi(r, X)$ за допомогою наступної рівності:

$$\chi(r, X) = \frac{|M_r \cap X|}{|X|}, \quad (14)$$

де $|X|$ и $|M_r \cap X|$ – кількість елементів з безлічі X та $M_r \cap X$. Область допустимих значень для $\chi(r, X)$ задається умовою $0 \leq \chi(r, X) \leq 1$.

При обчисленні множини $M_r \cap X$ для процедури $\chi(r, X)$ потрібно враховувати коридор допустимих відхилень – формула (11).

Математична модель ідентифікації діагнозу є підставою для створення методу прийняття рішень, який може бути описаний наступними кроками:

1. Отримання базових параметрів: r – довільний вектор симптомів.
2. Встановлення початкових параметрів: c – кількість рішучих ознак в еталонному векторі; cnt_d – кількість діагнозів d , що співвідносяться з r максимально точно.
3. Обчислення процедури $\chi(r, X)$ для усіх існуючих еталонних векторів симптомів h_i з урахуванням діапазону допустимих відхилень v_i^+ та v_i^- .
4. Пошук кількості діагнозів cnt_d , для яких $\chi(\mathbf{r}, X) = 1$, тобто \mathbf{r} ідентифікований точно.
5. Перевірка результатів ідентифікації діагнозу. Якщо $cnt_d = 0$ – необхідно зберегти новий діагноз у якості еталонного. Якщо $cnt_d > 1$ – необхідно уточнення існуючих еталонних векторів симптомів і/або векторів допустимих відхилень. Якщо $cnt_d = 1$ – діагноз ідентифікований однозначно.

Описані у даному розділі моделі та методи використані при розробці ІТ у вигляді СППР при діагностуванні очних захворювань.

У третьому розділі «Розробка інформаційної технології підтримки прийняття рішень» описана розробка інформаційної технології у вигляді системи підтримки прийняття рішень при діагностуванні в умовах невизначеності на базі концептуального та функціонального проектування з використанням діаграм типу DFD та IDEF0, а також на основі побудованих алгоритмів. Усі алгоритми розроблені з рахуванням математичних моделей та методів, які були описані у другому розділі роботи.

Інформаційна технологія реалізована у вигляді сукупності окремих але взаємозв'язаних модулів: графічний модуль діагностики, модуль вводу/виводу інформації, модуль системи підтримки прийняття лікарських рішень у вигляді експертної системи, модуль уточнення нормативних кривих та модуль адміністрування бази даних.

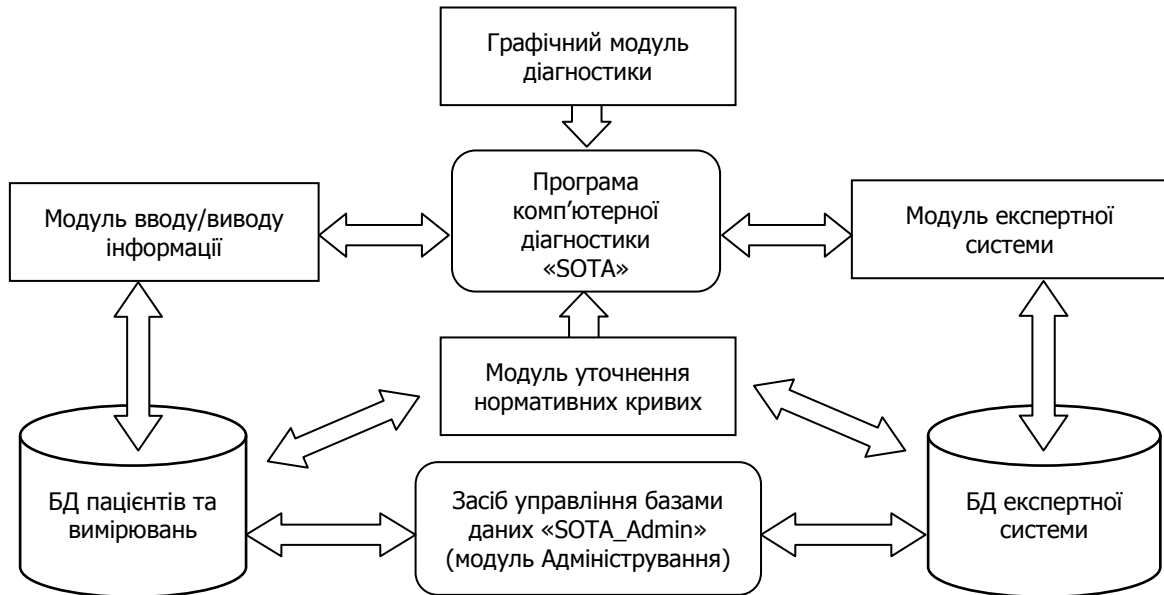


Рисунок 7 – Модулі ІТ та їх взаємодія

Джерело: Складено автором самостійно.

Експертна система припускає наявність списку питань, що мають безпосереднє відношення до фактів, які приводять до певного рішення. У якості питань використовуються зображення стимулів, які продукуються графічним модулем діагностики. Якщо діагноз не було встановлено однозначно, відбувається уточнення нормативних кривих за участі лікаря-експерта. Результати дослідження подаються користувачу системи через інтерфейс вводу/виводу інформації.

Розроблену інформаційну технологію доцільно представити у вигляді загальної функціональної схеми (Рисунок 8).

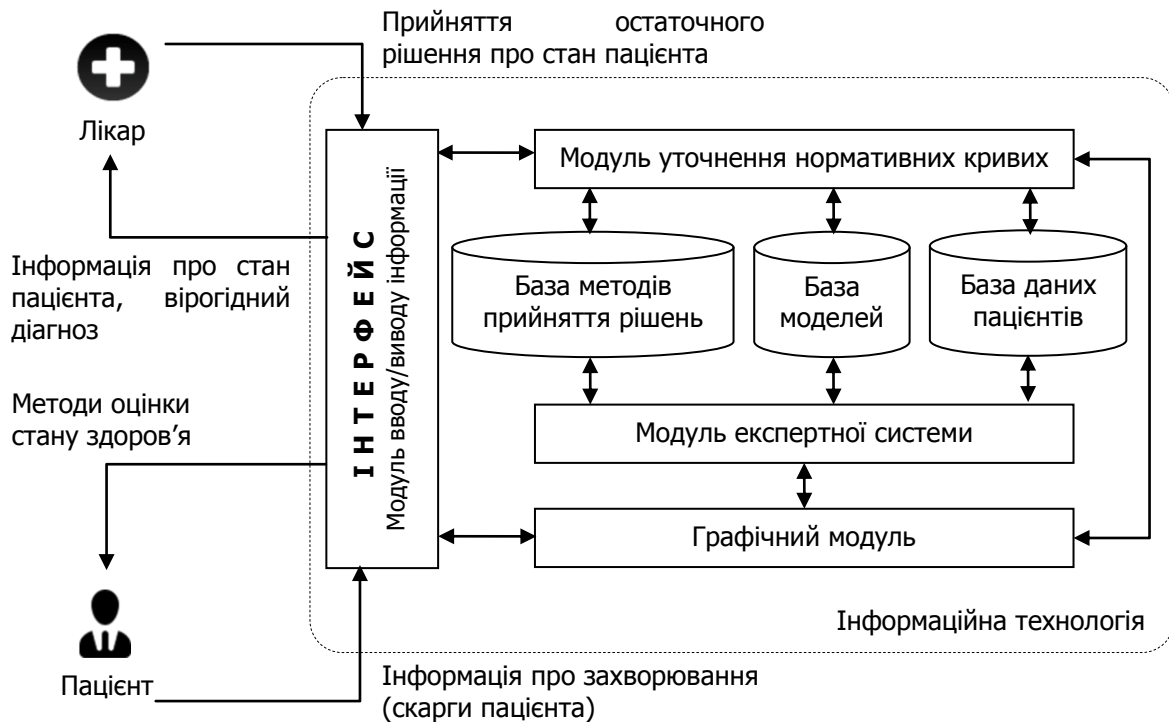


Рисунок 8 – Загальна функціональна схема ІТ

Джерело: Складено автором самостійно.

Загальна блок-схема інформаційної технології з урахуванням розроблених моделей, методів та алгоритмів наведена на рисунку 9.

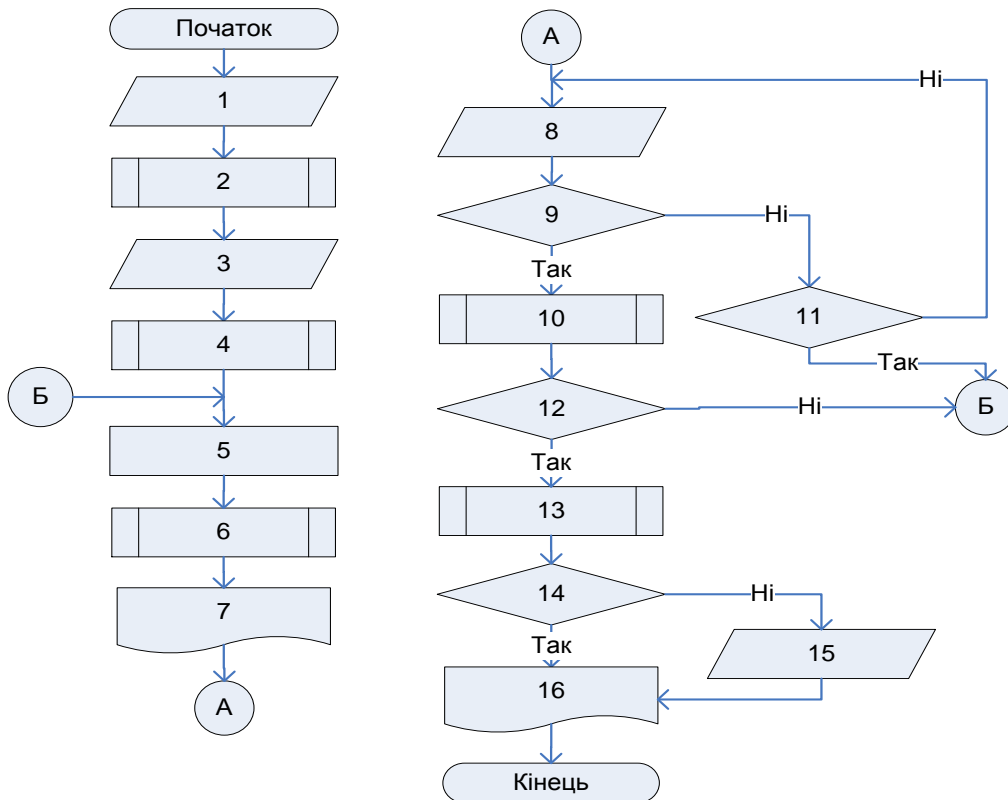


Рисунок 9 – Загальна схема інформаційної технології

Джерело: Розроблено автором самостійно.

Нижче наведено опис призначення наведених на загальній схемі блоків:

1. Введення даних пацієнта.
2. Перевірка даних пацієнта та пошук існуючої історії вимірювань.
3. Введення даних дослідження, що проводиться.
4. Запуск графічного модуля діагностики ПЗЛ
5. Формування питань експертної системи у вигляді графічних стимулів.
6. Запуск модулю розмиття зображення за Гаусом.
7. Показ зображення на екрані монітора.
8. Очікування та фіксація відповідей пацієнта.
9. Перевірка, чи було отримано відповідь пацієнта для вказаної частоти.
10. Запуск модуля зменшення впливу послідовних образів.
11. Перевірка, чи було змінено значення контрасту.
12. Перевірка, чи по всіх частотах отримані дані від пацієнта.
13. Запуск модуля ідентифікації діагнозу та формування можливого діагнозу на основі моделі ідентифікації діагнозу в умовах невизначеності.
14. Оцінка, чи вдалося встановити діагноз за отриманими даними.
15. Уточнення нормативних кривих лікарем-експертом.
16. Вивід діагнозу для аргументації прийняття відповідного рішення.

Розроблена інформаційна технологія підтримки прийняття лікарських рішень у вигляді експертної системи, дозволяє вирішити задачі, що досліджуються у дисертаційній роботі.

Четвертий розділ «Результати та оцінка реалізації моделей та інформаційної технології» присвячено практичній реалізації розроблених моделей та інформаційної технології у вигляді СППР при діагностуванні в умовах невизначеності, аналізу отриманих результатів у процесі роботи СППР та рекомендацій, щодо подальшого розвитку інформаційної технології для використання в офтальмології.

Перша апробація роботи розробленої ІТ здійснювалась у медичному офтальмологічному центрі «Corvis». Було досліджено невелику кількість пацієнтів у різних вікових групах:

- 1) Діти (від 8 до 17 років);
- 2) Дорослі (від 18 до 60 років);
- 3) Люди похилого віку (старші за 60 років).

У *першій групі* було продіагностовано 18 дітей, з них: 7 – були здорові, у 11 – спостерігалися вікові відхилення від норми (спазм акомодатції, близорокість, амбліопія).

У *другій групі* (дорослі) було досліджено 24 особи, з них: 9 – здорові; 8 – мали відхилення зору від норми; 6 – мали різні захворювання та патології; один пацієнт у минулому мав черепно-мозкову травму.

Діагностика представників *третьої групи* не проводилась.

Клінічний приклад: Пацієнт Х., 23 роки, скарга на туман перед правим оком. Офтальмостатус - у межах вікової норми. Гострота зору обох очей 1,0. Дефектів у полі зору не виявлено. Колірна чутливість не порушена. Результат дослідження просторової контрастної чутливості: зниження показників ПКЧ на всьому діапазоні. Через 5 днів з'явилося нерегульоване зниження гостроти зору до 0,1 одиниці, а потім набряк і гіперемія голівки зорового нерва. Діагноз: правобічний оптоконеврит (sclerosis disseminata).

Потрібно навести приклад результатів дослідження пацієнта за допомогою розробленої інформаційної технології (Таблиця 2).

Таблиця 2 – Параметри дослідження ПКЧ правого ока пацієнта за допомогою розробленої ІТ

Колір виміру	Просторова частота, цикл/градус											Чутливість, дБ
	0,5	0,8	1	1,5	2	3	4	6	8	12	16	
Білий	26	27	27	30	30	25	25	22	21	15	8	
Красний	23	26	28	30	30	29	28	28	26	13	8	
Зелений	23	30	31	31	36	28	28	32	23	10	5	
Синій	21	22	23	22	18	20	15	5	6	2	0	

Джерело: Складено автором самостійно.

Оскільки розроблена ІТ підтримки прийняття рішень реалізована у вигляді експертної системи, а для подібних систем специфічним є наявність блоку пояснень, то це дає змогу встановити напрямок міркувань системи, та відстежити порядок прийняття певного рішення.

Нижче частково наведені кроки міркувань системи та встановлення вірогідного діагнозу для білого кольору досліджень:

... Кроки з 2 по 14 повторюються ...

207) Крок 2. Кількість перевірених діагнозів = Кількості точно встановлених діагнозів? Так, $i = 8 \Rightarrow$ Крок 15.

208) Крок 15. Жоден із еталонних векторів не співпадає з довільним вектором? Ні, $cnt_d = 1 \Rightarrow$ Крок 16.

209) Крок 16. Довільний вектор відповідає єдиному еталонному вектору? Так, $cnt_d = 1 \Rightarrow$ Крок 18.

210) Крок 18. Отримання назви діагнозу $description(d[cnt_d])$. Встановлений діагноз: «Ретробульбарний неврит» \Rightarrow Крок 19.

211) Крок 19. Виведення результату.

Отже, за кінцеву кількість кроків (211 у наведеному прикладі) розроблена ІТ у вигляді СППР, дозволяє точно встановити діагноз пацієнта, незважаючи на відсутність ознак захворювання при первинному обстеженні.

Порівняння результатів, що отримані з використанням класичних методів оцінки зору та отриманих за допомогою розробленої ІТ, надало можливості зробити наступні висновки: запропонована ІТ дозволяє скоротити тривалість обстеження; збільшити результативність пошуку прихованих патологій; зменшити вартість діагностики, оскільки по-перше, відпадає необхідність проводити дорожчі дослідження, а по-друге, дослідження можна проводити навіть за відсутності лікаря-фахівця.

Подальше вдосконалення ІТ можливе з урахуванням вказівок та побажань лікарів-офтальмологів, які її використовують. Самостійно можна виділити наступні напрямки вдосконалення, що пов'язані з розробкою додаткових програмних модулів:

- 1) Інтерфейс взаємодії програми з іншими БД.
- 2) Модуль онлайн-діагностики через Інтернет.
- 3) Модуль коректування зору, через введення імпульсного режиму стимуляції певної просторової частоти. Такий режим роботи системи спонукатиме око «навчитися» бачити запропонований йому просторовий стимул. На сьогоднішній день комп'ютерна техніка у більшості несе колосальне навантаження на зорову систему людини, тому створення подібних методик релаксації та відновлення зору стає дуже актуальним.

У **додатках** до роботи наведено приклади сторінок друкованих звітів; приклади графічних стимулів за різною просторовою частотою; приклади полів стимуляції для різних типів дослідження; короткий глосарій; акти про впровадження результатів дисертаційного дослідження.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено актуальну науково-практичну задачу підвищення ефективності процесу прийняття рішень при діагностуванні очних захворювань за рахунок розробки інформаційної технології у вигляді системи підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності, що базується на моделі

ідентифікації діагнозу в умовах невизначеності та методі формування питань експертної системи. Отримано наступні результати:

1. Проведено аналіз сучасних інформаційних технологій, що використовуються у медицині під час проведення діагностики зору. Були визначені фактори, що впливають на достовірність діагностики, розкрито особливості проведення досліджень просторового зору людини та сприйняття людиною тестових стимулів. Сформульовано мету та здійснено постановку задач дослідження.

2. Вперше розроблено метод формування питань експертної системи у вигляді графічних стимулів, які відповідають фізіологічній структурі сітківки ока, що підвищує точність та швидкість постановки діагнозу при діагностуванні очних захворювань.

3. Набула подальшого розвитку математична модель ідентифікації діагнозу в умовах невизначеності, що використовує суб'єктивні оцінки пацієнта, формалізує їх у вигляді чітких показників та дозволяє співвіднести їх із множиною точно встановлених діагнозів за рахунок введення допустимих відхилень.

4. Удосконалено метод розмиття зображення за Гаусом завдяки використанню обмежень границі зображення при розрахунках наступного графічного стимулу, що дає економію затрачуваного часу при проведенні опитувань у рамках діагностики.

5. Вперше розроблено метод зменшення впливу послідовних образів при діагностуванні просторової контрастної чутливості, за рахунок введення контрастної хвилі між питаннями експертної системи, яка зменшує вірогідність випадкової відповіді пацієнта.

6. Побудовано алгоритми функціонування інформаційної технології на основі розроблених математичних моделей, а також інформаційну технологію для підвищення ефективності процесу діагностування очних захворювань.

7. Інформаційну технологію реалізовано у вигляді СППР на базі розроблених у дисертації моделей і методів. Її застосування, при діагностуванні очних захворювань, дозволяє підвищити ефективність процесу діагностування просторового зору людини за рахунок введення стимулів, що спираються на фізіологічні властивості структури ока та за рахунок обробки відповідей пацієнта, які не можуть бути однозначно класифіковані як значущі.

8. Апробація і застосування отриманих результатів дисертаційного дослідження здійснені під час практичного впровадження у діяльність медичних лікувальних установ, а саме: ГО «Міський офтальмологічний центр «Corvis» (м. Луганськ) та КУ «Севєродонецька міська багатопрофільна лікарня» (м. Севєродонецьк). Теоретичні положення, як то моделі та методи, впроваджено у навчальний процес за спеціальністю «Очні хвороби» до ДВНЗ «Івано-Франківський національний медичний університет» (м. Івано-Франківськ) та за спеціальностями «Економічна кібернетика» і «Інформаційно-управляючі системи та технології» у Східноукраїнський національний університету ім. В. Даля (м. Севєродонецьк). Відповідні акти підтверджують результати практичного впровадження.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Кривошеєв К. В. Метод зменшення впливу послідовних образів для інформаційної технології діагностики просторового зору / К.В. Кривошеєв // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Інформатика, кібернетика обчислювальна техніка» – Красноармійськ: «ТВОРИ», 2016 – №1 (22) 2016 – С. 33-36.

2. Кривошеєв К. В. Метод побудови графічних стимулів для системи підтримки прийняття рішень при діагностуванні зору [текст] / К.В. Кривошеєв// Біоніка інтелекту. Інформація, мова, інтелект – Харків: ТОВ «ДРУКАРНЯ МАДРИД», 2015 – №2(85) – С. 81-86.

3. Кривошеєв К. В. Моделі, методи та інформаційна технологія підтримки прийняття рішень при діагностуванні очних захворювань [текст] / К.В. Кривошеєв // Молодий вчений – Херсон: «Видавничий дім «Гельветика», 2015 – №11(26) частина 1 – С. 28-32.

4. Grigory Panteleev. Expert system, as component of diagnostics system of man's sight [text]/ Grigory Panteleev, Sultan Ramazanov, Konstantin Krivosheev // ТЕКА Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. – Lublin-Rzeszów, 2013 – Vol. 13 No.3. – Pp. 170-176. *Особистий внесок автора: Розроблено метод формування питань експертної системи, а також модуль експертної системи постановки первинного діагнозу.*

5. Пантелеев Г.В. Інформаційна система діагностики просторової контрастної чутливості в офтальмології [текст]/ Г.В. Пантелеев, С.К. Рамазанов, К.В. Кривошеєв // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2012 – №2(173) – С. 368-373. *Особистий внесок автора: Розроблено метод побудови графічних стимулів; розроблено інформаційну систему постановки первинного діагнозу.*

6. Пантелеев Г.В. Експертна система, як складова системи діагностики зору людини [текст] / Г.В. Пантелеев, С.К. Рамазанов, К.В. Кривошеєв // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2012 – №10(181) – С. 128-133. *Особистий внесок автора: Розроблено модель та програмну реалізацію експертної системи.*

7. Grigory Panteleev. Information system of spatial contrast sensitivity diagnostics in ophthalmology [text] / Grigory Panteleev, Sultan Ramazanov, Konstantin Krivosheev // ТЕКА Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. – Lublin, 2010 – Vol. XD – Pp. 220-226. *Особистий внесок автора: Розроблено метод відтворення графічних стимулів для проведення діагностики зору та його програмну реалізацію.*

8. Кривошеєв К.В. Метод зменшення впливу послідовних образів, як складова частина інформаційної технології діагностики зору [Текст] / К.В. Кривошеєв // Матеріали V Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Проблеми глобалізації та

моделі сталого розвитку економіки» 15-16 квітня 2016 року - Северодонецьк: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2016. - С. 172-176.

9. Кривошеев К.В. Інформаційна технологія підтримки прийняття рішень при діагностуванні [текст] / К.В. Кривошеев // Матеріали III Міжнародного молодіжного форуму «Проблеми глобалізації та моделі сталого розвитку економіки» 26-28 березня 2014 року. – Луганськ: Вид-во «Ноулідж», 2014 – С. 206-208.

10. Кривошеев К.В. Інформаційна технологія підтримки прийняття лікарських рішень [текст] / К.В. Кривошеев // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Інформаційні технології: економіка, техніка, освіта» 14-15 листопада 2013 року – Київ: Вид-во НУБіП України, 2013 – С. 29-30.

11. Кривошеев К.В. Інформаційні системи та технології в офтальмології [текст] / К.В. Кривошеев // Матеріали II Міжнародного молодіжного форуму «Інноваційні проекти розвитку регіонів» 23-25 квітня 2013 року. – Луганськ: Вид-во «Ноулідж», 2013 – С. 67-70.

12. Пантелеев Г.В. Експертна система діагностики зору людини [текст] / Г.В. Пантелеев, С.К. Рамазанов, К.В. Кривошеев // Матеріали міжнародного форуму інноваційних проектів студентів, аспірантів і молодих учених «Соціально-економічний, екологічний та гуманітарний розвиток регіонів» м. Луганськ – Луганськ: Вид-во «Ноулідж», 2012 – С. 126-130.

13. Пантелеев Г.В. Інформаційні системи та технології у медицині [текст] / Г.В. Пантелеев, С.К. Рамазанов, К.В. Кривошеев // Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції «Методи, моделі та інформаційні технології в управлінні соціально-економічними, екологічними та технічними системами» – Євпаторія: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2012 – С. 143-146.

14. Кривошеев К.В. Компьютерная реализация реверсной гексагональной методики измерения пространственной контрастной чувствительности [текст] / К.В. Кривошеев // Матеріали II-ої міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Проблеми глобалізації та моделі стійкого розвитку економіки» м. Луганськ – Луганськ: Вид-во «Ноулідж», 2010 – С. 451-453.

15. Пантелеев Г.В. Реверсная гексагональная методика исследования пространственной контрастной чувствительности (компьютерная версия) [текст] / Г.В. Пантелеев, К.В. Кривошеев, А.Ю. Стародубцева та ін. // Матеріали науково-практичної конференції з міжнародною участю «Сучасні досягнення в офтальмохірургії» 9-10 листопада 2010 року – К., 2010 – С. 173-174.

АНОТАЦІЯ

Кривошеев К.В. Моделі, методи та інформаційна технологія підтримки прийняття рішень при діагностуванні очних захворювань в умовах невизначеності. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – Інформаційні технології. – Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Харків, 2017.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню актуальної науково-практичної задачі підвищення ефективності процесу прийняття рішень при діагностуванні очних захворювань за рахунок розробки інформаційної технології у вигляді системи підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності.

Розроблено метод формування питань експертної системи у вигляді графічних стимулів, які відповідають фізіологічній структурі сітківки ока..

Розвинуто математичну модель ідентифікації діагнозу в умовах невизначеності, що дозволяє співвіднести суб'єктивні оцінки пацієнта із множиною точно встановлених діагнозів за рахунок введення допустимих відхилень.

Удосконалено метод розмиття зображення за Гаусом завдяки використанню обмежень границі зображення при розрахунках наступного графічного стимулу.

Розроблено метод зменшення впливу послідовних образів при діагностуванні за рахунок введення контрастної хвилі між питаннями експертної системи.

Ключові слова: модель, інформаційна технологія, діагностика, очні захворювання, невизначеність, система підтримки прийняття рішень.

АННОТАЦІЯ

Кривошеев К.В. Модели, методы и информационная технология поддержки принятия решений при диагностике глазных заболеваний в условиях неопределенности. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 - Информационные технологи – Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова, Харьков, 2017.

Диссертационная работа посвящена решению актуальной научно-практической задачи повышения эффективности процесса принятия решений при диагностике глазных заболеваний за счет разработки информационной технологии в виде системы поддержки принятия решений в условиях неопределенности на основе модели идентификации диагноза в условиях неопределенности и метода формирования вопросов экспертной системы.

Первый раздел посвящен анализу существующих медицинских информационных систем и технологий, подробно внимание уделено актуальности использования современных информационных технологий для решения задач диагностики в офтальмологии.

Во втором разделе разработан метод формирования вопросов экспертной системы в виде графических стимулов на основе физиологической структуры сетчатки глаза. Опираясь на результаты работы данного метода, разработана математическая модель и метод идентификации диагноза в условиях неопределенности с учетом допустимых отклонений. Усовершенствован метод размытия изображения по Гауссу за счет использования ограничения границ при расчетах следующего графического стимула. Также разработан метод

снижения влияния остаточных образов за счет ввода контрастной волны между вопросами экспертной системы.

Третий раздел описывает концептуальную и функциональную разработку информационной технологии в виде системы поддержки принятия решений (СППР) при диагностике в условиях неопределенности, а также разработке ее алгоритмов, логической и физической модели данных и общей схемы функционирования.

Четвертый раздел посвящен практической реализации разработанных моделей, методов и алгоритмов в виде информационной технологии поддержки принятия решений при диагностике глазных заболеваний в условиях неопределенности, которая представлена в виде экспертной системы.

Анализ внедрения результатов работы позволил сделать следующие выводы: предложенная ИТ позволяет сократить длительность обследования; увеличить результативность поиска скрытых патологий; снизить стоимость диагностики, поскольку исследования можно проводить в отсутствие врача-специалиста также отпадает необходимость проводить более дорогие исследования..

Ключевые слова: модель, информационная технология, диагностика, глазные заболевания, неопределенность, система поддержки принятия решений.

ABSTRACT

Krivosheev K.V. Models, methods and information technology decision support diagnosing eye diseases in the conditions of uncertainty. – On the rights of the manuscript.

Thesis for scientific degree of candidate of technical sciences, specialty 05.13.06 – Information technology – O. M. Beketov Kharkiv National University of Urban Economy, Kharkiv, 2017.

The thesis is devoted to solving actual scientific-practical task of improving the efficiency of the decision-making process in the diagnosis of eye diseases through the development of information technology in the form of decision support system in conditions of uncertainty.

In the work has been developed a method of forming questions of the expert system in the form of graphic incentives. Incentives are hexagonal structure similar to the physiological retinal structure.

Developed a mathematical model of the identification of the diagnosis in conditions of uncertainty considering the permissible deviations.

Improved algorithm of Gaussian image blur. Acceleration of method was achieved by limiting the processed edges of the image.

Developed a method for reducing the impact of successive images by introducing a wave with varying contrast between the issues of the expert system.

Keywords: model, information technology, diagnostics, eye diseases, uncertainty, a decision support system.

Кривошесєв Костянтин Валерійович
Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Відповідальний за випуск Ю. Ю. Гусєва

Підписано до друку 09.02.2017.

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 0,9. Обл.-вид. арк. 1,1 Тираж 100 пр. Зам. № 93.

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.