

**Джус А.П.**

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

## ИССЛЕДОВАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОМБИНИРОВАННЫХ СОСУДОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

### Аннотация

В статье приведены результаты исследований особенностей напряженно-деформированного состояния элементов комбинированных сосудов высокого давления. Установлено, что образование кольцевых трещин, обусловленных потерей целостности композитного усиления, приводит к увеличению уровня осевых и окружных напряжений в крайних участках цилиндрической части металлического лейнера. Характер деформаций этих участков является таким, что будет способствовать росту уровня напряжений и образованию трещин в металле в условиях его коррозионного повреждения.

**Ключевые слова:** комбинированные сосуды высокого давления; композитное усиления; металлический лейнер, напряжение.

**Dzhus A.P.**

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

## RESEARCH STRESS-STRAIN CONDITION OF ELEMENTS OF COMBINED HIGH PRESSURE VESSELS

### Summary

The article contains results the features of stress-strain state elements combined pressure vessel. Established that formation of circular cracks caused by the loss of integrity of composite reinforcement, increases the level of axial and circular stresses in the extreme sections of cylindrical metal Leiner. The nature of the deformation of these sites is one that will boost the level of stress and cracking in metal under conditions of corrosive damage.

**Keywords:** composite pressure vessels; composite reinforcement; metal Leiner, tension.

УДК 004.42:617.7

## МОДЕЛІ, МЕТОДИ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ДІАГНОСТУВАННІ ОЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

**Кривошеєв К.В.**

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

Проведено аналіз існуючих моделей, методів та інформаційних технологій діагностики просторової контрастної чутливості. Запропоновано нову комп'ютерну діагностику на основі фізіологічної структури сітківки ока. Розроблено метод відображення графічних стимулів для діагностики. Удосконалено алгоритм розмиття за Гаусом для задачі, що розв'язується. Подальший розвиток набула модель постановки діагнозу в умовах невизначеності.

**Ключові слова:** модель, інформаційна технологія, просторова контрастна чутливість, діагностика зору, система підтримки прийняття рішень.

**Постановка проблеми.** Сучасний спосіб життя призводить до погіршення діяльності багатьох систем і органів людини. Саме тому, високий рівень досягнень у сфері математичного моделювання, новітніх інформаційних технологій (ІТ) та апаратного забезпечення доцільно використовувати для підвищення якості діагностики, лікування та профілактичного спостереження.

Великий темп життя вимагає більш швидкого аналізу стану здоров'я людини: з позиції пацієнта, актуальним є відсутність якісних ІТ, що надають можливість провести первинний огляд без

лікаря або порадитися з ним не виходячи з дому чи офісу; з боку лікаря – велике навантаження призводить до розгляду усіх випадків захворювання однаково та не дозволяє зосередитися на ускладнених випадках захворювання [2, с. 368].

Розробка ІТ медичного призначення, а саме, систем підтримки прийняття рішень (СППР), дозволяють подолати перешкоди на шляху встановлення правильного діагнозу, скоротити час обстеження та надати лікарю необхідну інформаційну підтримку. Така підтримка найбільш актуальна при проведенні первинного огляду. Прикладом може бути проведення планового огляду

у лікаря офтальмолога, а саме діагностика просторового зору людини (ПЗЛ).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Розробкою СППР займалося багато вітчизняних і закордонних вчених: Гусева С.С., Крутов С.І., Ляшенко Т.В., Рамазанов С.К., Руденко М.А., Симанков В.С., Халафян А.А. та інших [1].

Першою спробою створення методики оцінки ПЗЛ для клінічної практики були таблиці, розроблені Арденом Г.Б. у 1983 році.

Засновником методу дослідження ПКЧ у країнах СНД є Шелєпін Ю.Е., з ініціативи якого Макуловим В.Б., Павуком В.Н., Левковичем Ю.І. і Волковим В.В. у 1985 р. були синтезовані синусоїдальні зображення тестових ґрат. На їхній основі видані атлас і посібник з візоконтрастопериметрії [7, с. 8].

Останньою розробкою, яка описана у спеціалізованій літературі, стала комп'ютерна програма «Zebra», кампанія ТОВ «Астроінформ СПЕ» (м. Москва) під керівництвом Белозерова А. Е. [5].

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** 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 виходячи з фізіологічної структури сітківки, а також в умовах великої кількості невизначених факторів.

**Мета статті.** Метою цієї роботи є підвищення ефективності процесу діагностування очних захворювань за рахунок розробки інформаційної технології у вигляді системи підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності для оцінки стану зору людини.

**Виклад основного матеріалу.** Для досягнення поставленої мети у даній роботі сформовано та вирішено наступні задачі:

- розроблено метод формування питань експертної системи;
- розроблено математичну модель ідентифікації діагнозу в умовах невизначеності;
- удосконалено метод розмиття зображення за Гаусом;
- розроблено інформаційну технологію та її алгоритми на основі створених математичних моделей та методів;
- апробовано розроблену інформаційну технологію прийняття рішень у вигляді СППР, що була розроблена.

Розглянемо кожну задачу та результати її вирішення окремо.

**Метод формування питань експертної системи.** Для полегшення прийняття рішень в області медицини створюються й широко розповсюджуються комп'ютерні медичні експертні системи (ЕС), які пропонують варіанти питань.

Інформація, що закладена у питаннях, може бути не тільки текстова, але й графічна, у вигляді стимулів збудження, кардіограм, рентгенограм та ін. Система аналізує всі параметри, враховуючи історію хвороби пацієнта, що зберігається у базі даних (БД), і пропонує лікареві свій варіант діагнозу та перелік подальших дій (остаточне рішення ухвалює лікар). При цьому система ґрунтується на базі знань кваліфікованих фахівців, яка створювалася при розробці ІТ.

ЕС припускає наявність питань. У даній роботі в якості «питань» використовується графічне зображення гексагональних сіток – стимулів (Рис. 1) [1].

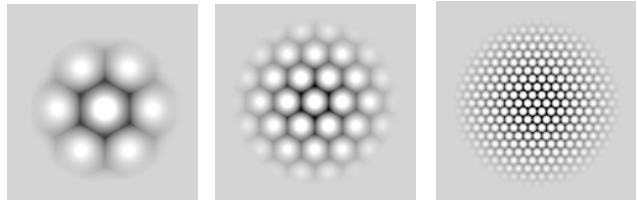


Рис. 1. Питання ЕС

Джерело: розроблено автором

Діалог з пацієнтом здійснюється за допомогою відповідей типу «Бачу – Не бачу» при пред'явленні йому сіток різної частоти й контрастності. З метою збільшення вірогідності відповідей (виключення можливості відповісти «навмання») передбачено певний механізм: стимули пред'являються по черзі ліворуч, праворуч або у центру екрана монітора, таким чином, виключена ймовірність угадування наступного положення стимулу. Даний механізм дозволяє практично повністю усунути ефект послідовних образів – коли око тривалий час зафіксовано на об'єкті (особливо на яскравому), при переведенні очей вбік ми бачимо залишкове зображення цього об'єкта.

**Математична модель ідентифікації діагнозу в умовах невизначеності.** Експертна система використовує дані отримані на етапі діагностики, тобто інформацію про просторову контрастну чутливість (ПКЧ) для різних просторових частот (Таблиця 1), та робить висновок про наявність певного діагнозу.

Задача ідентифікації діагнозу в умовах невизначеності має такий вигляд: вектором  $s \in S_n$  позначимо вектор симптомів, який точно визначає діагноз  $d_i \in D$ , у векторі  $s$  довільним чином частково замінимо компоненти на \* – зазначимо їх, як невизначені однозначно, у результаті ми отримаємо деякий вектор  $s'$ . Можна вважати, що вектор  $s'$  містить інформацію про вектор  $s$  у неповному обсязі. У такому разі, отримаємо задачу визначення набору компонент вектора симптомів  $s'$ , якого буде достатньо для однозначної ідентифікації діагнозу  $d_i$ .

Зазначимо через  $M_S = \{m_1, m_2, \dots, m_{p-1}\}$  – допустиму послідовність ознак симптомів, тоді  $q \in Q = \{m_1, m_2, \dots, m_{p-1}, q\}$  – довільна допустима послідовність [6, с. 32]. Для будь-якого пацієнта  $P = \{P_i\}_{i=1}^p$ , де  $p = \overline{1, k}$ , маємо:

$$M_S \cap S(d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{ip}) = \{i_p\},$$

$$\text{а } M_S \cap S(d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{ip-1}, q) = \emptyset, \text{ при } q = d_{ip}. \text{ Тому,}$$

$$\chi(s, S(d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{ip})) = \frac{1}{|S(d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{ip})|} > 0,$$

а  $\chi(s, S(d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{ip-1}, q)) = 0$ , якщо  $q = d_{ip}$ . Таким чином,  $i_1, i_2, \dots, i_k$  – повна система вирішальних ознак для елемента  $d_i$ . Очевидно, що ця система ознак є мінімальною.

Алгоритм ідентифікації точно встановить діагноз, при умові надання всього  $k$ . Число  $k$  на порядок менше числа ознак в еталонному векторі.

**Вдосконалення методу розмиття зображення за Гаусом.** Запропонований метод дослідження ПКЧ передбачає плавне розчинення графіч-

Приклад вхідної інформації для ЕС

№ ви- міру	Просторова частота, цикл/градус											Чутли- вість, 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: розроблено автором

них стимулів у кольорі фона екрана, при цьому не повинно виникати жодних чітких контурів у місцях стикування поля стимуляції та фона. Також слід відзначити, що при низькому значенні рівня контрастності (значення кольору сусідніх пікселів зображення відрізняється на декілька одиниць у межах від 0 до 255) або при великій різниці у контрасті між сусідніми патернами графічного стимула, з'являються різкі артефакти, які дуже помітні оком.

Для того, щоб уникнути подібних негативних перетворень зображення, а також створити плавний перехід від одного значення контрасту до іншого, при формуванні патерна з наступним значенням контрасту і/або наступним значенням просторової частоти, використаємо розмиття підсумкового зображення.

У якості методу розмиття підсумкового зображення пропонується метод розмиття зображення за Гаусом, який дуже розповсюджений при обробці графічних зображень, а саме його модифікацію у частині застосування матриці згортки на краях зображення.

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

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

Межу суми по  $u$  та  $v$  можна вибирати як плюс мінус кілька «сигм», тобто радіусів  $r$ , що дає складність алгоритму порядку  $O(r^2)$  операцій на піксель. Для великих  $r$  і багатопіксельних зображень це занадто велике значення для того, щоб застосовувати подібний підхід. Подібна складність алгоритму призведе до того, що розрахунки вихідного зображення будуть проводитись досить тривалий проміжок процесорного часу.

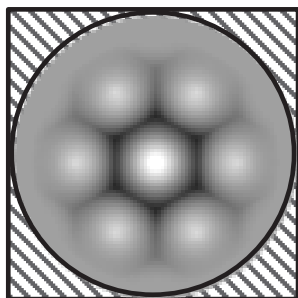


Рис. 2. Границі розрахунків кінцевого зображення графічного стимулу

Джерело: розроблено автором

Перше прискорення при обробці зображень за допомогою цього фільтра дає властивість сепаратності розмиття за Гаусом. Тобто, можна

провести фільтрацію по осі  $x$  для кожного рядка, отримане зображення відфільтрувати за  $y$  по кожному стовпцю і отримати той же результат зі складністю  $O(r)$  операцій на піксель.

Друге прискорення при проведенні розмиття зображення графічного стимулу за Гаусом надає сама структура цього зображення. При побудові вихідного (кінцевого) зображення не потрібно проводити розрахунки у кутах початкового зображення (Рис. 2). На наведеному малюнку області, що не потребують обчислень зазначені штриховкою.

Межа, поза якою не потрібно проводити розрахунки, може бути описана як окружність вписана у квадрат. А саме: окружність, це кінцева границя помітного зображення, а квадрат – границя поля стимуляції. Можна розрахувати обмеження для кожного кроку розмиття для кожного пікселя  $p(x, y)$ :

$$\sqrt{x^2 + y^2} < \frac{S_0}{2}$$

де  $S_0$  – довжина поля стимуляції, вона відповідає стороні квадрата, що зображений на рисунку 2. Вона обчислюється як частка між шириною поля стимуляції і сантиметрах та кутом огляду, який повинен становити 6 кутових градусів (при відстані до екрана у 2 метри, 6 кутових градусів укладаються у поле стимуляції шириною 18 сантиметрів).

*Інформаційна технологія.*

Розроблені математичні моделі, методи та алгоритми укладено до основи системи підтримки прийняття рішень. Інформаційну технологію доцільно представити у вигляді загальної функціональної схеми СППР (Рис. 3).

Розроблена інформаційна технологія у вигляді системи підтримки прийняття рішень дозволяє вирішити поставлені актуальні задачі, та цілком розкриває мету даної роботи.

*Апробація ІТ.* Перша апробація роботи розробленої ІТ здійснювалась у медичному офтальмологічному центрі «Corvis», м. Луганськ. Було досліджено невелику кількість пацієнтів у різних вікових групах. Дані які були отримані виявилися цілком прогнозованими. Всіх досліджуваних пацієнтів можна умовно розділити на три вікові групи:

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

Діагностика представників третьої групи не проводилась. У першій групі діагностика проводилась на 5 дітях, з них двоє були здорові, у трьох інших спостерігалися вікові відхилення від норми (спазм акомодатії, близоокість). Серед дорослих було досліджено 18 осіб, з них дев'ять – здорові, інші мали різні захворювання та відхилення зору від норми, один пацієнт у минулому мав черепно-мозкову травму.

Порівняння двох кривих: кривої, що отримана з використанням класичних методів оцінки

ПКЧ та кривої отриманої за допомогою розробленої ІТ, надало можливості зробити висновки, що точність запропонованого метода оцінки ПЗЛ не відрізняється від класичних методів. Отже, подальше використання результатів проведеної роботи є цілком можливим.

### Висновки і пропозиції.

У представленій роботі вирішено актуальну науково-практичну задачу підвищення ефективності процесу діагностування очних захворювань за рахунок розробки інформаційної технології у вигляді системи підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності для оцінки стану зору людини, що базується на моделі ідентифікації діагнозу в умовах невизначеності та методі формування питань експертної системи у вигляді графічних стимулів.

Серед пропозицій щодо подальшого розвитку проведених досліджень можна навести наступні: спираючись на розроблену математичну модель, методи та інформаційну технологію у короткий термін можна автоматизувати процес проведення первинного огляду у лікаря офтальмолога, насамперед завдяки побудові модуля онлайн-діагностування; у разі використання від-

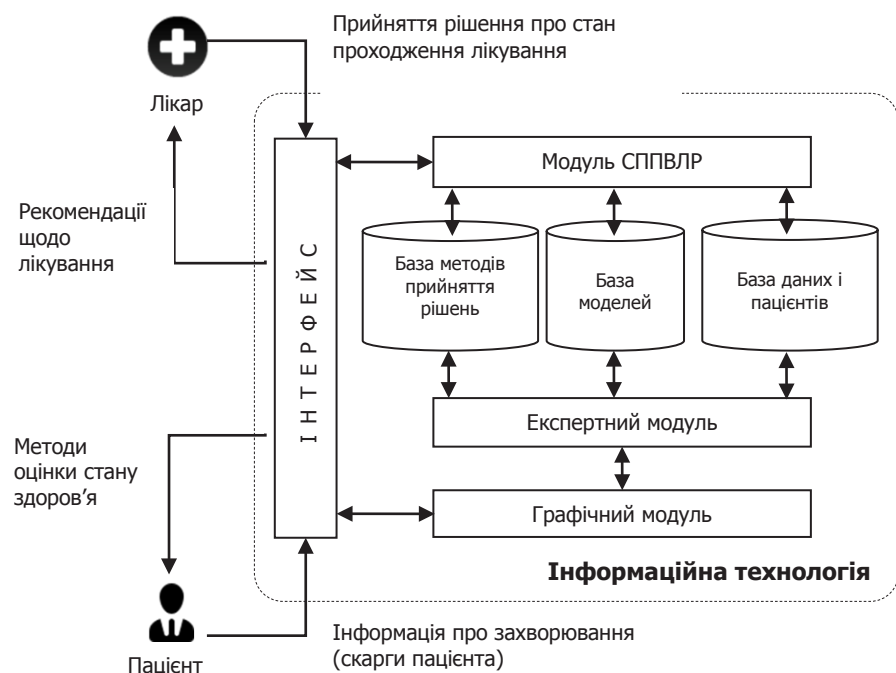


Рис. 3. Загальна функціональна схема СППР

Джерело: розроблено автором

даленого серверу СУБД, для збереження даних досліджень пацієнтів, та надання доступу до єдиної БД для всіх медичних установ, стає можливим отримання актуальної інформації щодо стану очних захворювань на загальнодержавному рівні – це відкриває нові можливості аналізу, розробки та своєчасного коректування програм державної підтримки заходів з профілактики захворювань зору людини.

### Список літератури:

1. Grigory Panteleev, Sultan Ramazanov, Konstantin Krivosheev. Expert system, as component of diagnostics system of man's sight // ТЕКА Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. – Lublin-Rzeszyw, 2013. – Vol. 13, № 3. – Pp. 170-176.
2. Рамазанов С. К., Пантелеєв Г. В., Кривошєєв К. В. Інформаційна система діагностики просторової контрастної чутливості в офтальмології // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля – Луганськ: Вид-во СХУ ім. В. Даля, 2012 р. – № 2(173) – С. 368-373.
3. Рамазанов С. К., Пантелеєв Г. В., Кривошєєв К. В. Експертна система, як складова системи діагностики зору людини // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ: Вид-во СХУ ім. В. Даля, 2012 р. – № 10(181) – С. 128-133.
4. Grigory Panteleev, Sultan Ramazanov, Konstantin Krivosheev. Information system of spatial contrast sensitivity diagnostics in ophthalmology // ТЕКА Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. – Lublin, 2010. – Vol. XD – Pp. 220-226.
5. Белозеров А. Е. Пространственно-частотные характеристики стереопсиса при заболеваниях зрительной системы // Современные аспекты нейроофтальмологии: Мат. IV Московской научно-практич. нейроофтальмологической конф. – Москва: Изд-во НИИ нейрохирургии им. акад. Н. Н. Бурденко РАМН, 2000 г. – С. 8-10.
6. Ляшенко Т. В. Интеллектуальная система поддержки принятия врачебных решений для больных с диагнозом тиреотоксическое сердце // Штучний інтелект – Київ, 2002 р. – № 2002(4) – С. 28-36.
7. Шелепин Ю. Е., Волков В. В., Колесникова Л. Н., Макулов В. Б., Паук В. Н. // Измерение функциональных возможностей зрительной системы человека. – Москва, 1987 г. – С. 63-72.

**Кривошеев К.В.**

Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля

## МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ДИАГНОСТИКИ ГЛАЗНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

### Аннотация

Проведен анализ существующих моделей, методов и информационных технологий диагностики пространственной контрастной чувствительности. Предложено новую компьютерную диагностику на основе физиологической структуры сетчатки глаза. Разработан метод отображения графических стимулов для диагностики. Усовершенствован алгоритм размытия по Гауссу для решаемой задачи. Дальнейшее развитие получила модель постановки диагноза в условиях неопределенности.

**Ключевые слова:** модель, информационная технология, пространственная контрастная чувствительность, диагностика зрения, система поддержки принятия решений.

**Krivosheev K.V.**

Volodymyr Dahl East-Ukrainian National University

## MODELS, METHODS AND INFORMATION TECHNOLOGY DECISION SUPPORT DIAGNOSING EYE DISEASES

### Summary

The analysis of existing models, methods and information technologies of diagnostics of spatial contrast sensitivity. Proposed new computer diagnosis on the basis of the physiological structure of the retina. A method for displaying graphical incentives for diagnosis. Improved algorithm of Gaussian blur to the problem being solved. Further development of the model has received the diagnosis in conditions of uncertainty.

**Keywords:** model, information technology, spatial contrast sensitivity, diagnosis of, a decision support system.

УДК 004.75

## ВИКОРИСТАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ БАЗ ДАНИХ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВ

**Павлов Д.Ю., Сіциліцин Ю.О.**

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті розкривається питання актуалізації використання сучасної технології розподілених баз даних при проектуванні інформаційних систем для роботи підприємств. Запропоновано математичну модель розподілу навантаження. Виділяються основні складові параметри пересилання даних які впливають на час доставки даних по мережі. Поставлено проблема про те, як фізично розподіляти базу даних по серверах. Зроблено висновок про те, як краще розподілити навантаження на сервера баз даних.

**Ключові слова:** інформаційна система, бази даних, проектування, ЕОМ, запит, автоматизація, математична модель.

**Постановка проблеми.** З появою електронних обчислювальних машин (ЕОМ) різко розширилися рамки можливостей людини управляти інформаційними потоками даних. У наш час на передній план виходить правильне і грамотне оволодіння інструментами і методами вирішення завдання накопичення, управління інформацією та швидкого доступу до неї. Виникає необхідність створення єдиного інформаційного простору. Обсяг інформації, що надходить до людини, безперервно зростає. Тому для кожної людини важливо володіти засобами доступу до даними. Для більш успішної роботи підприємства необхідно розглядати інструменти роботи з базою даних з використанням мережі

Internet. Під інструментом мається на увазі спеціальне програмне забезпечення. Архітектура програми – клієнт-серверна. Бази даних розташовуються на виділених комп'ютерах іменовані серверами. Це служить джерелом розподіленої архітектури. Логічно зв'язану інформацію представлено у вигляді баз даних з таблицями необхідно децентралізувати. Це досягається шляхом поділу бази даних, або навіть однієї таблиці бази даних, на декілька серверів. У свою чергу сервера можуть бути децентралізовані географічно. Робиться це для того, що б рівномірно розподілити навантаження на таблиці баз даних. Постає проблема правильного розподілення таблиць між серверами.