

10. Chrissis, M. B. CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement [Text] / M. B. Chrissis, M. Konrad, S. Shrum. – Addison-Wesley, 2003. – 688 p.
11. Ahern, D. M. CMMI Distilled: A Practical Introduction to Integrated Process Improvement, Third Edition [Text] / D. M. Ahern, A. Clouse, R. Turner. – Addison-Wesley, 2008. – 288 p.
12. Овезгельдыев, А. О. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации [Текст] / А. О. Овезгельдыев, Э. Г. Петров, К. Э. Петров. – К. : Наукова думка, 2002. – 163 с.
13. Саркисян, С. А. Большие технические системы. Анализ и прогноз развития [Текст] / С. А. Саркисян, В. М. Ахундов, Э. С. Минаев. – М. : Наука, 1977. – 350 с.

Розглядаються особливості застосування інформаційних технологій в процесі пренатального консультування та диспансерного ведення вагітних. Виконано системний аналіз проблеми. Здійснено декомпозицію процесу надання медичних консультацій на окремі підзадачі. Показано, що дані задачі можна віднести до задач прогнозування, класифікації об'єктів, ідентифікації невідомих залежностей. Побудовано математичні моделі та визначено спектр математичних методів їх розв'язання

Ключові слова: інформаційні технології, системний підхід, пренатальне консультування, прогнозування, кластеризація, ідентифікація, нечіткість

Рассматриваются особенности применения информационных технологий в процессе пренатального консультирования и диспансерного ведения беременных. Выполнен системный анализ проблемы. Осуществлена декомпозиция процесса оказания медицинских консультаций на отдельные подзадачи. Показано, что эти задачи можно отнести к задачам прогнозирования, классификации объектов, идентификации неизвестных зависимостей. Построены математические модели и определен спектр математических методов их решения

Ключевые слова: информационные технологии, системный подход, пренатальное консультирование, прогнозирование, кластеризация, идентификация, нечеткость

УДК 004.9:618

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.42823

ПРИНЦИПИ І ЗАДАЧІ ІНФОРМАЦІЙНО- АНАЛІТИЧНОГО СУПРОВОДУ ПРОЦЕСІВ ПРЕНАТАЛЬНОГО КОНСУЛЬТУВАННЯ

О. Ю. Мулеса

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра кібернетики і прикладної математики*
E-mail: mulesa.oksana@gmail.com

В. Є. Снитюк

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри
Кафедра інтелектуальних інформаційних систем
Київський національний
університет ім. Тараса Шевченка
вул. Ломоносова, 81, м. Київ, Україна, 03022
E-mail: snytyuk@gmail.com

С. О. Герзанич

Доктор медичних наук, доцент, професор
Кафедра акушерства та гінекології*
E-mail: gerzanich@ua.fm

*Державний вищий навчальний заклад
"Ужгородський національний університет"
пл. Народна, 3, м. Ужгород, Україна, 88000

1. Вступ

Проблема створення та застосування інформаційних технологій (ІТ) у різних сферах людської життєдіяльності є предметом численних досліджень сучасності. Розробка та впровадження таких технологій мають на меті підвищення ефективності процесів прийняття рішень при вирішенні складних науково-практичних проблем. Задачі, які виникають при цьому, як правило, є слабо структурованими або неструктурованими, а їх розв'язання вимагає від дослідника вмілого по-

єднання моделей і методів, які відносяться до різних предметних областей.

У дослідженні розглядається доцільність та особливості застосування ІТ при медичному супроводі вагітних. Система пренатального консультування та диспансерного ведення вагітних характеризується складною структурою [1], яка породжена багатоетапним, тривалим процесом прийняття рішень, обов'язковим врахуванням значної кількості факторів, застосуванням лікарями як розроблених клінічних протоколів, так і власного досвіду, роботою в умовах

ризиків та невизначеності. Лікарі, при цьому, на кожному етапі змушені приймати рішення, які залежать від результатів, отриманих на попередніх етапах, а також впливають на характер та сутність подальших етапів, забезпечуючи їх наступність. Кожен конкретний етап має чітко визначені часові діапазони настання та проходження, а нехтування хоча б одним з них веде до різкого збільшення ступеня невизначеності в задачах, що виникають надалі, порушення етапності. Також, потребують доопрацювання і нормативного врегулювання технологічні моделі клінічних лікарень, науково-дослідних установ та підвищення ролі науковців у вирішенні проблем репродуктивного здоров'я [2]. Таким чином, розробка ІТ, метою впровадження якої було б надання лікарю інформаційно-аналітичної підтримки, є актуальною науково-технічною проблемою.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

В основі забезпечення концепції безпечного материнства, профілактики захворювань матері та дитини є організація медичної допомоги вагітним. Структурні особливості заходів по диспансеризації вагітних та антенатальної охорони плода свідчать про необхідність застосування системного підходу при її дослідженні. Основи системного підходу при аналізі складних об'єктів, а також основні прийоми проектування складних систем висвітлені в роботі [3].

Оскільки метою застосування ІТ в процесі надання лікарем медичних консультацій є його супровід в процесі прийняття рішень, то визначальними, при проектуванні таких технологій є елементи теорії прийняття рішень, які містяться в роботах [4–6]. У них наведені математичні моделі та методи розв'язування задач прийняття рішень, евристичні та експертні процедури прийняття рішень, принципи побудови експертних систем тощо.

Для ефективного розв'язання задач медичної діагностики необхідним є застосування до них різноманітних моделей та методів [7], серед яких найчастіше зустрічаються методи структурної та параметричної ідентифікації, наведені в роботах [8–10], класифікації об'єктів [11, 12], прогнозування [8] та інші.

Важливим аспектом, який необхідно враховувати при роботі з медичними даними є, як правило, їх суб'єктивний характер. Тому, при розв'язанні деяких задач необхідним є застосування апарату нечітких множин [13, 14], а також нечітких моделей і методів. Ефективність використання нечіткої логіки для розв'язання задач, що виникають в різних галузях доведена в численних наукових роботах, серед яких задачі дослідження кількісних характеристик соціальних груп [15], задачі стратегічного планування [16], задачі екологічної безпеки [17], задачі управління ризиками [18] та інші.

Таким чином, для ефективного застосування ІТ в процесі медичного супроводу вагітних необхідним є проведення системних досліджень та розробка значної кількості математичних моделей і методів.

3. Ціль та задачі дослідження

Метою дослідження є підвищення ефективності процесів прийняття рішень в диспансерному спостереженні вагітних шляхом розробки принципів, моделей, методів та інструментальних засобів підтримки прийняття рішень в умовах ризику та невизначеності.

В межах визначеної мети були поставлені такі задачі:

- виконати системний аналіз функціонування алгоритму допологового консультування;
- здійснити декомпозицію процесу прийняття рішень в допологовому консультуванні на окремі задачі;
- побудувати математичні моделі задач, що виникають;
- проаналізувати можливість застосування певних моделей та методів для розв'язування задач медичного супроводу вагітних.

4. Системний підхід до дослідження проблеми застосування інформаційних технологій в процесі медичного супроводу вагітних

Результати системного аналізу функціонування системи допологового консультування та диспансерного ведення вагітних свідчать про недостатнє інформаційно-аналітичне забезпечення закладів охорони здоров'я, що ускладнює процес прийняття рішень лікарем в процесі надання ним допомоги, а, отже, збільшує ризик виникнення лікарських помилок та пов'язаних з цим наслідків.

Важливим етапом реалізації системного підходу до проектування ІТ є формування логічної схеми задач медичного супроводу вагітності як цілісної структури, яка і буде визначати особливості проектування відповідної інформаційно-аналітичної системи.

Елементами системного підходу в процесі проектування ІТ є:

- систематизація задач, моделей та методів підтримки прийняття рішень в процесі медичної діагностики;
- формалізація задач, які супроводжують процес прийняття рішень лікарем;
- цілеорієнтація системи, що деталізується в таку структуру: <цілі> – <задачі> – <методи> – <засоби>.

При цьому необхідно дотримуватися таких принципів:

- виконувати формалізацію цілей надання медичних послуг у вигляді відповідних моделей та критеріїв, які будуть враховувати як об'єктивні фактори (результати клініко-лабораторних та інструментальних досліджень), так й індивідуальні особливості пацієнтів;
- моделювати процес прийняття рішень лікарем у різні гестаційні періоди не на рівні часткових моделей, а як єдиний, цілісний, динамічний процес;
- при моделюванні доцільно застосовувати не ймовірнісно-статистичний підхід, а розв'язувати задачі оптимізаційного типу;
- необхідно враховувати особливості, які викликані соціально-економічними, екологічними, кліматичними, біогеохімічними та іншими факторами [19].

Тематиці дослідження притаманні такі особливості:

- використання сучасних інформаційно-аналітичних технологій розв'язування складних задач для мінімізації лікарських помилок, покращення якості медичних послуг, збереження життя;
- застосування технологій Soft Computing в процесі розв'язування задач прийняття рішень, які релевантні проблемі, що розглядається.

5. Задачі інформаційно-аналітичного супроводу вагітності

Система медичної допомоги вагітним характеризується складною структурою [1] (рис. 1), обов'язковим урахуванням значної кількості як об'єктивних, так і суб'єктивних факторів, застосуванням лікарями як розроблених клінічних протоколів, так і власного досвіду, роботою в умовах ризику та невизначеності. Кожен етап прийняття рішень умовно можна представити як послідовність кроків:

Крок 1. Збір первинних медичних даних.

Крок 2. Їх групування, попередня обробка та визначення значущих факторів.

Крок 3. Виконання формалізованих постановок задач та побудова їх математичних моделей.

Крок 4. Визначення методу розв'язування задач та знаходження її розв'язку.

Крок 5. Аналіз результатів, прийняття рішень щодо їх адекватності та необхідності повернення до попередніх кроків.

Задачі, які характерні для процесу здійснення допологового консультування, є такими:

Задача збору та систематизації інформації. До інформації, якою оперує лікар відносяться:

– числові характеристики: вік, маса, артеріальний тиск, розміри тазу тощо;

– відомості про анамнез хвороби, які задаються парою <Хвороба, Наявність>. При чому, параметр «Наявність» може приймати одне з трьох значень: «Так», «Ні», «Не знаю»;

– відомості про анамнез життя членів сім'ї вагітної, які подаються парою <Хвороба, Член_сім'ї>;

– відомості про лікарські засоби, які вживає вагітна у вигляді <Засіб, Доза>;

– соціальний анамнез;

– алергічні прояви;

– результати ультразвукових досліджень;

– результати лабораторних обстежень тощо.

Таким чином, важливою задачею при проектуванні ІТ є задача представлення та збереження даних різного типу (числових, символічних, графічних тощо) у вигляді <Атрибут, Значення>. Особливістю ІТ для медичного супроводу вагітності є те, що на всіх етапах її функціонування має існувати механізм, який на основі відомих даних визначатиме характер та обсяг даних, що будуть потрібні на наступних етапах прийняття рішень. Це дозволить планувати такі заходи як лабораторне чи ультразвукове обстеження.

Для представлення медичних даних часто пропонується використовувати технологію оперативної аналітичної обробки OLAP [20], в якій існують три класи: багатомірний OLAP, реляційний OLAP, гібридний OLAP.

Задача класифікації об'єктів. Як під час першого пренатального візиту, так і в подальшому перед лікарем виникає необхідність на основі наявних даних визначити чи відноситься вагітна жінка до однієї з груп високого ризику (група високого ризику розвитку гестаційного цукрового діабету, три групи ризику інфікування та захворюваності на туберкульоз, група ризику виникнення генетичних захворювань плода тощо). Від своєчасності та точності віднесення жінки до певної групи залежить її подальше обстеження та

лікування. Такі задачі можуть бути віднесені до задач класифікації об'єктів. У загальному задача класифікації може бути представлена так: нехай X – множина описів об'єктів, Y – множина номерів (назв) класів. Необхідно побудувати алгоритм, за яким кожному елементу $x \in X$ буде поставлено у відповідність номер класу $y \in Y$.

Класи можуть описуватися одним або комбінацією таких способів:

– правила віднесення об'єкта до класу;

– навчальна вибірка;

– висновки експертів (зокрема, висновки та досвід лікаря).

Відповідно до кількості класів розглядають двохкласову та багатокласову класифікацію. Якщо існує можливість належності одного об'єкта декільком класам, то класи називаються такими, що перетинаються, інакше класи не перетинаються. Інколи існує доцільність розгляду нечіткої класифікації, при якій для об'єкта визначають ступінь належності до кожного з класів.

Існує багато методів розв'язання задач класифікації, серед яких можна виділити нейромережні методи, методи ієрархічної класифікації тощо. Вибір методу класифікації, як правило, залежить від характеру та обсягу вхідних даних. Особливістю деяких задач класифікації, що виникають при проектуванні ІТ медичного супроводу вагітності є те, що вхідними даними, як правило, є одночасно і правила, що описують класи, і навчальна вибірка, і висновки та досвід лікаря, що вказує на доцільність розробки методів класифікації, які б дозволили з високою ефективністю використовувати всі ці джерела інформації.

Задача прогнозування. На всіх етапах прийняття рішень при наданні медичної допомоги вагітним жінкам лікар прямо чи опосередковано змушений здійснювати прогноз на підставі об'єктивних даних, та вже на основі результатів прогнозування приймати відповідне тактичне рішення. До таких випадків можна віднести прогнозування ризику невиношування вагітності, прогнозування виникнення ускладнень під час вагітності та пологів, прогнозування виникнення патологій плода, прогнозування зміни загального та психоемоційного стану вагітної тощо. Аналіз зазначених задач показав, що їх можна звести до однієї з наступних задач прогнозування.

Задача прогнозування на основі часового ряду. Формальна постановка задачі є такою:

Нехай дано послідовність членів часового ряду $y(1), y(2), \dots, y(t), \dots, y(n)$. Необхідно визначити значення $y(n+1), \dots, y(n+T)$.

Також розглядаються постановки задач прогнозування, у яких для отримання майбутніх знань використовуються не тільки значення ряду, що досліджується, а й набори зовнішніх факторів, які представлені як часові ряди.

Часовий ряд можуть утворювати числові дані – фізичні характеристики вагітної жінки такі як вага, окружність живота, висота стояння дна матки, діурез, тощо.

При прогнозуванні часового ряду, як правило, потрібно визначити модель прогнозування – функціональну залежність, яка адекватно описує часовий ряд:

$$y(t) = F(y(t-1), y(t-2), \dots) + \epsilon_t.$$

СХЕМА ВЕДЕННЯ ВАГІТНИХ

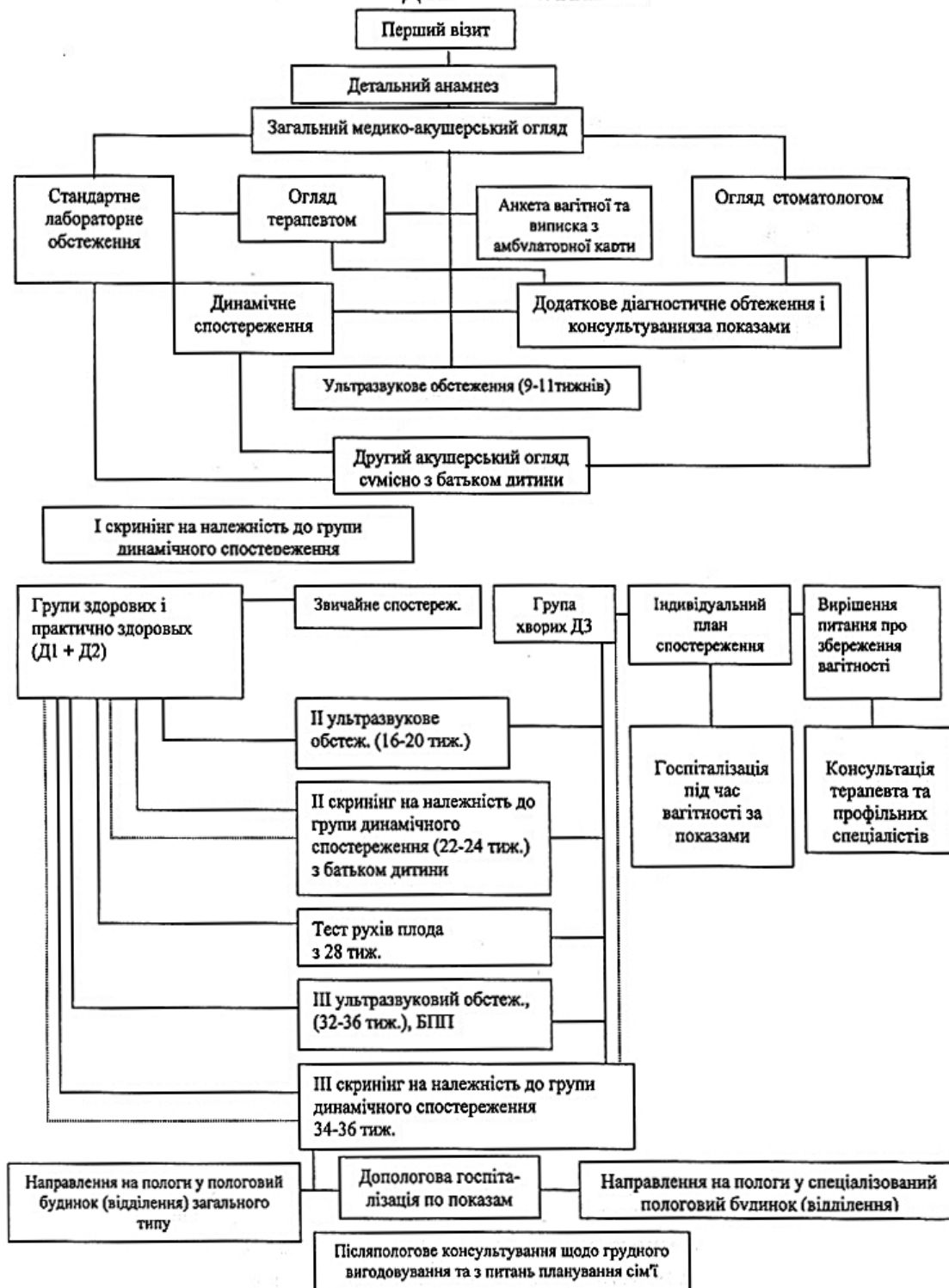


Рис. 1. Схема ведення вагітних [2]

Умовно всі методи прогнозування можна розділити на інтуїтивні та формалізовані. До інтуїтивних методів відносять методи експертних оцінок, метод історичних аналогій, нечіткі методи прогнозування. Формалізовані методи, в свою чергу, поділяються на статистичні (регресійні моделі, авторегресійні моделі, моделі експоненційного згладжування) та структурні (нейромережні моделі, моделі на основі ланцюгів Мар-

кова, моделі на основі класифікаційно-регресійних дерев).

Задача ідентифікації. Нехай початкові дані зосереджені в матриці $A = (X_1, X_2, \dots, X_n, Y)$, де X_i – вхідні фактори, Y – вихідна характеристика. Задача полягає в ідентифікації залежності $Y = F(X_1, X_2, \dots, X_n)$ [8].

Серед методів ідентифікації варто виділити регресійні методи, нейромережні методи, метод групо-

вого врахування аргументів. Точність зазначених методів, як правило, залежить від обсягу вхідних даних, а їх адекватне застосування вимагає виконання певного ряду передумов, значного обсягу робіт, пов'язаного із попередньою підготовкою апріорних даних тощо.

До задач ідентифікації можна віднести задачі встановлення ризику акушерської патології, зокрема: невиношування вагітності, розвитку прееклампсії, затримки внутрішньоутробного розвитку плода, тощо.

Особливостями зазначених задач є те, що частина вхідних факторів може приймати нечислові, в тому числі й інтервальні значення, що ускладнює застосування відомих методів ідентифікації.

Препроцесінг інформації. Успішне розв'язання зазначених в дослідженні задач неможливе без попередньої підготовки даних [8]. Цей факт зумовлений великою кількістю вхідних факторів, які має в розпорядженні лікар в процесі надання консультацій; неможливістю уникнення впливу шумових ефектів на вхідні фактори, які зумовлюються як об'єктивними, так і суб'єктивними причинами; необхідністю обробки різнотипних факторів тощо.

Приведення до єдиної шкали різнотипових факторів для забезпечення можливості адекватного застосування математичних методів, пов'язаних із великими та малими абсолютними величинами, а також для встановлення відповідності між кількісними та якісними значеннями, як правило здійснюється шляхом нормування та стандартизації за допомогою таких перетворень:

$$x' = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad x' = \frac{x_{\max} - x}{x_{\max} - x_{\min}}, \quad x' = \frac{1}{1 + e^{-x}}.$$

Інформативність факторів визначається тим, наскільки вони впливають на точність ідентифікації шуканих залежностей, та, в загальному випадку, залежить від конкретної задачі. Серед методів визначення інформативних ознак, що базуються на евристичних судженнях та аналітичних розрахунках варто виокремити такі [8, 21]: алгоритми Del та Add, алгоритм випадкового пошуку з адаптацією, алгоритм направленої таксономічного пошуку ознак тощо. Їх ефективне використання для задач, що виникають на різних етапах допологового консультування та диспансерного ведення вагітних, дозволить встановити чіткий перелік факторів, необхідних для їх розв'язання.

Нечіткий аналіз даних. З огляду на те, що значна частина даних, якими доводиться оперувати лікареві в процесі надання ним медичних консультацій, мають суб'єктивне походження, а часто і нечисловий оціночний характер, виникає необхідність застосування апарату нечітких множин для їх обробки [14, 15, 22]. Використання таких понять як нечітка множина та лінгвістична змінна дозволять обробляти такі прояви симптомів як «Сильно»–«Помірно»–«Слабко», «Часто»–«Рідко» тощо, які можуть виникати при опитуванні вагітних.

Для ефективного використання зазначених елементів необхідно є розробка нових нечітких моделей та методів, а також модифікація існуючих методів розв'язання задач шляхом введення в них елементів нечіткого аналізу даних таких як алгоритми нечіткого

логічного виведення, побудова та аналіз нечітких баз знань тощо.

6. Обговорення результатів

В ході пренатального супроводу повсякчас виникають задачі, розв'язання яких потребує застосування не лише розроблених клінічних протоколів лікування, а й власного досвіду лікаря, який дозволяє враховувати як індивідуальні особливості пацієнтів, так і біогенетичні фактори, які мають значний вплив.

Розробка та впровадження інформаційних технологій в систему пренатального супроводу має на меті підвищення ефективності процесів прийняття рішень лікарем. Використання сучасного та обґрунтованого інформаційно-аналітичного забезпечення в даній медичній сфері дозволить зменшити ризик виникнення лікарських помилок та пов'язаних з цим наслідків. Застосування елементів системного підходу при дослідженні проблеми проектування інформаційних технологій в пренатальному супроводі, здійснення декомпозиції процесу прийняття рішень на окремі підзадачі, виконання вербальних та математичних постановок задач, що виникають та проведення їх аналізу показали, що для розробки ефективної сучасної інформаційної технології необхідно забезпечити правильне і своєчасне розв'язання деяких класів задач, забезпечити неперервність та наступність етапів прийняття рішень, дозволити використовувати лікарю не тільки клінічні протоколи, а й власний досвід.

Однією з задач, яка виникає в ході пренатального супроводу та яскраво демонструє ефективність застосування сучасних ІТ для її розв'язання є задача оцінювання можливості належності жінки до однієї з груп високого ризику інфікування ВІЛ (ГВР). Особливістю таких груп є те, що їх члени перебувають у середовищі сприятливому до набуття як власне ВІЛ, так і інших захворювань, що передаються статевим шляхом і мають негативний вплив на перебіг вагітності та розвиток плода. Прогнозування факту належності особи до однієї з таких груп дозволяє лікарю планувати та здійснювати спеціальні медико-профілактичні заходи, направлені на зменшення ризику інфікування, а також, призначати спеціальні клініко-лабораторні та інструментальні дослідження вагітної для встановлення факту інфікування.

У здійснених авторами дослідженнях, які висвітлені в роботах [15, 23, 24] було розроблено ІТ оцінювання ступеня належності особи до ГВР, яка базується на використанні моделей і методів нечіткого аналізу, методології послідовного аналізу варіантів, прийомів і методів теорії прийняття рішень та обробки експертної інформації. Як продемонстровано в роботах [15, 23], застосування розробленої технології дозволяє за такими індивідуальними характеристиками особи як вік, місце проживання, освітній рівень та інші, які формують її соціально-демографічний портрет, а також з врахуванням особливостей регіону проживання особи, робити припущення про можливість належності до ГВР, а отже і прогнозувати ризик виникнення ускладнень вагітності чи розвитку патології плода. Апробація даної технології підтвердила її ефективність.

7. Висновки

В роботі досліджено проблему застосування інформаційних технологій в допологовому консультуванні. Основні результати дослідження є такими:

1. Результати системного аналізу системи пренатального консультування вагітних свідчать про те, що вона характеризується складною структурою з багатоетапним, розтягнутим в часі процесом прийняття рішень.

2. Виконано декомпозицію процесу прийняття рішень в зазначеній системі на окремі, взаємопов'язані задачі. Показано, що весь процес пренатального консультування складається конкретних етапів, кожен з яких має чітко визначені часові діапазони настання та проходження, а нехтування хоча б одним з них веде до різкого збільшення ступеня невизначеності в задачах, що виникають надалі, порушення етапності.

3. Показано, що задачі, які розв'язуються в процесі допологового консультування вагітних, зводяться до задач класифікації та кластеризації об'єктів, ідентифікації невідомих залежностей та задач прогнозування.

4. Зазначено необхідність застосування апарату нечітких множин та нечітких моделей і методів для розв'язання задач, вхідними величинами в яких є суб'єктивні дані.

5. Для розглянутих задач вказано на особливості побудови математичних моделей та проаналізовано можливість застосування до них відомих методів розв'язування. Відзначено, що при побудові моделей та розробці методів розв'язування поставлених задач, для підвищення їх ефективності, необхідно забезпечити врахування такого джерела інформації як досвід лікаря. Також важливою особливістю задач пренатального консультування є нечисловий характер вхідних даних, що зумовлює складність застосування до них відомих методів розв'язування.

Таким чином, подальше застосування сучасних інформаційних технологій при здійсненні ґрунтовного аналізу сформульованих задач та розробці спеціальних методів їх розв'язання дозволить підвищити ефективність процесів прийняття рішень в пренатальному консультуванні.

Література

1. Наказ МОЗ України №417 від 15.07.2011 [Текст] / Про організацію амбулаторної акушерсько-гінекологічної допомоги в Україні.
2. Наказ МОЗ України № 503 від 28.12.2002 «Про удосконалення амбулаторної акушерсько-гінекологічної допомоги в Україні» [Текст] / Київ, 2002. – 18 с.
3. Тимченко, А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів [Текст] / А. А. Тимченко. – Київ : Либідь, 2000. – 272 с.
4. Тоценко, В. Г. Методы и системы поддержки принятия решений. Алгоритмический аспект [Текст] / В. Г. Тоценко. – К.: Наук. думка, 2002. – 382 с.
5. Волошин, О. Ф. Теорія прийняття рішень [Текст]: навч. посібн. / О. Ф. Волошин, С. О. Мащенко. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – 366 с.
6. Гнатієнко, Г. М. Експертні технології прийняття рішень: Монографія [Текст] / Г. М. Гнатієнко, В. Є. Снитюк. – К.: ТОВ „Маклаут”, 2008. – 444 с.
7. Файнзильберг, Л.С. Информационные технологии обработки сигналов сложной формы. Теория и практика. [Текст] / Л.С. Файнзильберг. – К. Наукова думка, 2008. –334 с.
8. Снитюк, В. Є. Прогнозування. Моделі. Методи. Алгоритми: навчальний посібник [Текст] / В. Є. Снитюк. – К.: «Маклаут», 2008. – 364 с.
9. Гроп, Д. Методы идентификации систем [Текст] / Д. Гроп. – М.: Мир, 1979. – 302 с.
10. Наконечний, С. І. Економетрія: підручник [Текст] / С. І. Наконечний, Т. О. Терещенко, Т. П. Романюк. – К.: КНЕУ, 2004. – 520 с.
11. Вавилов, В. Алгоритм классификации с перекрытием [Текст] / В. Вавилов, И. Яцкив // International Journal “Transport and Telecommunication”. – 2002. – Vol. 3, Issue 4. – P. 92–95.
12. Вороновский, Г.К. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности [Текст] / Г. К. Вороновский, К. В. Махотило, С. Н. Петрашев и др. – Харьков: Основа, 1997. – 112 с.
13. Орловский, С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации [Текст] / С. А. Орловский. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. – 208 с.
14. Зайченко, Ю. П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах: учебное пособие для студентов высших учебных заведений [Текст] / Ю. П. Зайченко. – К.: „Издательский дом „Слово”, 2008. – 344 с.
15. Мулеса, О. Ю. Технологія кількісного оцінювання представників груп високого ризику інфікування вірусом імунодефіциту людини в умовах невизначеності [Текст] / О. Ю. Мулеса // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: «Нові рішення в сучасних технологіях». – 2013. – № 56(1029) 2013. – С. 172–179.
16. Solodukhin, K. Analysis of the strategic potential of the territory based on fuzzy swot-analysis [Text] / K. Solodukhin, V. Morozov // Современные вызовы контроллингу и требования к контроллеру. – 2015. – С. 246.
17. Серета, С. Н. Оценка экологического риска с помощью нечетких моделей [Текст] / С. Н. Серета // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 3. – С. 15–20.
18. Брагина, Т. И. Нечеткий анализ проектного риска / Т. И. Брагина, Г.В. Табунщик // Системы обработки информации. – 2011. – №. 3. – С. 15–20.

19. Герзанич, С. О. Тироїдна патологія вагітних в умовах зобної ендемії [Текст] / С. О. Герзанич // Педіатрія акушерство та гінекологія. – 2011. – Т. 73, № 4. – С. 192–195.
20. Parsaye, K. OLAP and Data Mining: Bridging the Gap [Text] / K. Parsaye // Database Programming and Design. – 1997. – Vol. 2. – P. 36–42.
21. Файнзильберг, Л. С. Математические методы оценки полезности диагностических признаков [Текст]: монография / Л. С. Файнзильберг. – К.: «Освите України», 2010. – 152 с.
22. Блюмин, С. Л. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности [Текст] / С. Л. Блюмин, И. А. Шуйкова. – Липецк: ЛЭГИ, 2001. – 138 с.
23. Миронюк, І. С. Застосування інформаційних технологій для вирішення задачі оцінки чисельності представників груп високого ризику інфікування ВІЛ [Текст] / І. С. Миронюк, О. Ю. Мулеса // Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. Науково-практичний журнал. – 2013. – № 3 (57)/2013. – С. 55–63.
24. Мулеса, О. Ю. Послідовний аналіз варіантів в нечітких задачах кластеризації та ідентифікації [Текст] / О. Ю. Мулеса // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія фізико-математичні науки. – 2013. – Вип. 2. – С. 205–209.

Розглянуті шумопригнічуючі і згладжуючі фільтри. Досліджені результати їх роботи на томографічних знімках. Розібрані особливості диференціальних операторів першого і другого порядків. Проаналізовані алгоритми виявлення границь за допомогою диференціальних операторів, а також метод Канні. Встановлені впливи застосувань операцій морфології Серра на інформативність медичних зображень. Визначено алгоритм виявлення морфологічних ознак патологій черепно-лицевої області за допомогою дзеркального відображення здорової сторони

Ключові слова: згладжуючі фільтри, диференціальні оператори, виділення границь, математична морфологія Серра

Рассмотрены шумоподавляющие и сглаживающие фильтры. Исследованы результаты их работы на томографических снимках. Разобраны особенности дифференциальных операторов первого и второго порядков. Проанализированы алгоритмы обнаружения границ с помощью дифференциальных операторов, а также метод Канни. Установлены влияния применений операций морфологии Серра на информативность медицинских изображений. Определен алгоритм обнаружения морфологических признаков патологий черепно-лицевой области с помощью зеркального отражения здоровой стороны

Ключевые слова: сглаживающие фильтры, дифференциальные операторы, выделение границ, математическая морфология Серра

УДК 004.932.4:001.891.57:617.51

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.43334

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПАТОЛОГИЙ ЧЕРЕПНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ

О. С. Шкурат*

E-mail: shkurat.ksusha@gmail.com

А. В. Соломин

Кандидат
физико-математических наук, доцент*

E-mail: andr-sol@i.ua

*Кафедра биобезопасности
и здоровья человека

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»
пр. Победы, 37, г. Киев, Украина, 3056

1. Введение

Современный уровень медицинского исследования черепно-лицевой хирургии позволяет заглянуть внутрь объекта, тем самым диагностировать различные патологии на разных стадиях. К таким видам исследований относится мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ). Она позволяет получить набор томографических срезов в трех плоскостях, с помощью которых можно получать трехмерные имитационные модели объектов для детального исследования [1].

В рассмотренном случае основную информацию о состоянии исследуемого объекта несет изображение. На сегодняшний день вопрос о методах обработки и анализа медицинских изображений является актуальным и важным в связи с применением к различным этапам диагностики современной вычислительной техники.

Учитывая особенности медицинских снимков, необходимо разработать комплекс методов, позволяющих выделить объективную (создается путем регистрации аппаратными средствами) информацию,