



УКРАЇНА

(19) UA (11) 29905 (13) A

(51) B 6 A61B10/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИНИКНЕННЯ МІОМИ МАТКИ У РОБІТНИЦЬ В УМОВАХ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОННОГО ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

(21) 97105040

(22) 14.10.1997

(24) 15.11.2000

(33) UA

(46) 15.11.2000, Бюл. № 6, 2000 р.

(72) Мазорчук Борис Федорович, Ротштейн Олександр Петрович, Масіброда Наталя Григорівна

(73) ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. М.І. ПИРОГОВА

(57) Спосіб прогнозування виникнення міоми матки у робітниць в умовах впливу електронного приладобудування на основі нечіткої логіки базується на створенні експертної системи знань, що враховує дані клінічного обстеження, який **відрізняється** тим, що визначають фактори ризику виникнення міоми, які враховують шкідливі фактори виробництва, дані анамнезу, гінекологічного та лабораторного обстеження з подальшим формулюванням висновку (ступеня ризику) таким чином: для кожної конкретної жінки визначають значення кожного з окремих факторів ризику, а саме: x_1 - професійний ризик (0-3 бали); x_2 - термін роботи на виробництві (1-30 р.); x_3 - температура повітря в цехах (18-30°C); x_4 - рівень загального штучного освітлення (90-500 люкс); x_5 - кількість легких негативних аероїонів в повітряному середовищі цеху (0-1000 в м³); x_6 - рівень вуглекислоти в повітрі цехів (0,1-0,37%); x_7 - строк контакту з додатковими шкідливостями (0-15 р.); x_8 - вік жінки (20-58 р.); x_9 - вік початку менструацій (11-16 р.); x_{10} - вік початку статевого життя (16-35 р.); x_{11} - кількість абортів в анамнезі (0-10); x_{12} - кількість патологічних родів (0-6); x_{13} - тривалість неплоддя в анамнезі (0-10 років); x_{14} - тривалість запальних захворювань матки і додатків (0-10 р.); x_{15} - рівень соматичної небезпеки (0-5 балів); x_{16} - рівень менструальної небезпеки (0-5 балів); x_{17} - характер болю внизу живота (0-4 бали); x_{18} - наявність поліпів внутрішніх статевих органів (0-3 бали); x_{19} - рівень гемоглобіну (80-140 г/л); x_{20} - позитивна алергічна реакція негайного типу з аутоалергеном (ІТГ) (0-1); x_{21} - реакція бластної трансформації лімфоцитів з аутоалергеном (0-50%) (в дужках вказані діапазони змінюваності кожного з приведених факторів ризику); далі, для кожного конкретного значення x_1 - x_{21} знаходять коефіцієнт перетворення u :

$$u_j = 4 \times \frac{x_i - x_{-i}}{x_i - x_{-i}} \quad (1)$$

де x_i - значення конкретного i -го фактора ризику конкретної жінки, x_{-i} - нижня межа зазначеного фактора, x_{+i} - верхня межа цього ж фактора, u_j - значення коефіцієнта перетворення, при чому $\mu(u_i) = \mu(x_i)$, $i = \overline{1,21}$; далі, для кожного з факторів ризику знаходять значення функцій належності $\mu(x_i)$ нечітких термів (Н, нС, С, вС, В), x_i , де $i = \overline{1,21}$ за допомогою формул 2-6:

$$\mu^H(u) = \begin{cases} 1 - 0,5u & u \in [1, 4] \\ (4 - u) / 6 & u \in [1, 4] \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu^{nC}(u) = \begin{cases} 0,5 + 0,5u & u \in [0, 1] \\ 1,5 - 0,5u & u \in [1, 2] \\ 1 - 0,25u & u \in [2, 4] \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu^C(u) = \begin{cases} 0,5u & u \in [0, 2] \\ 2 - 0,5u & u \in [0, 2] \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu^{vC}(u) = \begin{cases} 0,25u & u \in [0, 2] \\ 0,5u - 0,5 & u \in [2, 3] \\ 2,5 - 0,25u & u \in [3, 4] \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu^B(u) = \begin{cases} 1/6u & u \in [0, 3] \\ 0,5u - 1 & u \in [3, 4] \end{cases} \quad (6)$$

де $\mu^H(u)$ - функція належності низького рівня ризику за конкретним фактором,
 $\mu^{nC}(u)$ - "нижче середнього",
 $\mu^C(u)$ - "середнього",
 $\mu^{vC}(u)$ - "вище середнього",
 $\mu^B(u)$ - "високого",
 u - коефіцієнт перетворення,

система нечітких термів: Н - низький, нС - нижче середнього, С - середній, вС - вище середнього, В - високий ризик виникнення міоми, далі, враховуючи систему співвідношень 7-11:

$$d = f_d(p, a, g, l) \quad (7)$$

$$p = f_p(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7) \quad (8)$$

$$a = f_a(x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}) \quad (9)$$

$$g = f_g(x_{16}, x_{17}, x_{18}) \quad (10)$$

$$l = f_l(x_{19}, x_{20}, x_{21}) \quad (11)$$

де

d - ступінь ризику виникнення міоми матки, який залежить від факторів p , a , g , l і набуває значення:

(19) UA (11) 29905 (13) A

d_1 - низький ступінь ризику виникнення міоми матки;

d_2 - нижче середнього ступеня ризику виникнення міоми матки;

d_3 - середній ступінь ризику виникнення міоми матки;

d_4 - вище середнього ступеня ризику виникнення міоми матки;

d_5 - високий ступінь ризику виникнення міоми матки;

p - виробнича безпека, яка залежить від факторів ($x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$);

a - анамнестична безпека, яка залежить від факторів ($x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}$);

g - гінекологічна безпека, яка залежить від факторів (x_{16}, x_{17}, x_{18});

l - лабораторна безпека, яка залежить від факторів (x_{19}, x_{20}, x_{21});

спочатку знаходять значення функцій належності для кожного з видів небезпек; за формулами 12-31:

$$\begin{aligned} \mu^H(p) = & \mu^H(x_1) \cap \mu^H(x_2) \cap \mu^C(x_3) \cap \mu^B(x_4) \cap \\ & \cap \mu^B(x_5) \cap \mu^H(x_6) \cap \mu^H(x_7) \cup \mu^{HC}(x_1) \cap \\ & \cap \mu^H(x_2) \cap \mu^C(x_3) \cap \mu^B(x_4) \cap \mu^B(x_5) \cap \\ & \cap \mu^H(x_6) \cap \mu^H(x_7) \cup \mu^H(x_1) \cap \mu^H(x_2) \cap \\ & \cap \mu^C(x_3) \cap \mu^B(x_4) \cap \mu^B(x_5) \cap \mu^{HC}(x_6) \cap \\ & \cap \mu^H(x_7) \cup \mu^H(x_1) \cap \mu^{HC}(x_2) \cap \mu^{HC}(x_3) \cap \\ & \cap \mu^B(x_4) \cap \mu^B(x_5) \cap \mu^H(x_6) \cap \mu^H(x_7) \cup \\ & \cup \mu^B(x_1) \cap \mu^H(x_2) \cap \mu^C(x_3) \cap \mu^B(x_4) \cap \\ & \cap \mu^B(x_5) \cap \mu^H(x_6) \cap \mu^H(x_7) \cup \mu^B(x_1) \cap \\ & \cap \mu^{HC}(x_2) \cap \mu^C(x_3) \cap \mu^{BC}(x_4) \cap \mu^B(x_5) \cap \\ & \cap \mu^H(x_6) \cap \mu^H(x_7), \end{aligned} \quad (12)$$

(тобто, з кожного із значень функцій належності в рядку вибираємо найменше значення, із стовбчика з шести найменших значень вибираємо найбільше - воно і буде дорівнювати функції належності $\mu^H(p)$: низький рівень ризику за виробничою безпекою), аналогічно знаходять: $\mu^{HC}(p)$; $\mu^C(p)$; $\mu^{BC}(p)$; $\mu^B(p)$; $\mu^H(a)$; $\mu^{HC}(a)$; $\mu^C(a)$; $\mu^{BC}(a)$; $\mu^B(a)$; $\mu^H(g)$; $\mu^{HC}(g)$; $\mu^C(g)$; $\mu^{BC}(g)$; $\mu^B(g)$; $\mu^H(l)$; $\mu^{HC}(l)$; $\mu^C(l)$; $\mu^{BC}(l)$; $\mu^B(l)$,

де

$\mu^j(x)$ - значення функцій належності конкретного l -го фактору;

$\mu^j(p)$ - за виробничою безпекою,

$\mu^j(a)$ - за анамнестичною -",

$\mu^j(g)$ - за гінекологічною -",

$\mu^j(l)$ - за лабораторною -",

$a, j \in (H, HC, C, BC, B)$,

\cup - знак операції АБО, \cap - логічної операції ТА; аналогічно знаходять значення функцій належності ступенів ризику: $\mu^{d_1}(p, a, g, l)$, $\mu^{d_2}(p, a, g, l)$, $\mu^{d_3}(p, a, g, l)$, $\mu^{d_4}(p, a, g, l)$, $\mu^{d_5}(p, a, g, l)$

де

$\mu^{d_1}(p, a, g, l)$ - функція належності розв'язку $d=d_1$, залежна від значень змінних (p, a, g, l);

$\mu^{d_2}(p, a, g, l)$ - функція належності розв'язку $d=d_2$, залежна від значень змінних (p, a, g, l);

$\mu^{d_3}(p, a, g, l)$ - функція належності розв'язку $d=d_3$, залежна від значень змінних (p, a, g, l);

$\mu^{d_4}(p, a, g, l)$ - функція належності розв'язку $d=d_4$, залежна від значень змінних (p, a, g, l);

$\mu^{d_5}(p, a, g, l)$ - функція належності розв'язку $d=d_5$, залежна від значень змінних (p, a, g, l);

$\mu^j(p, a, g, l)$ - функції належності якісних термів за кожною конкретною безпекою, $a, j \in (H, HC, C, BC, B)$;

рівні d_1-d_5 вважають типами діагнозів, які підлягають розпізнаванню, при чому

d_1 - низький ступінь ризику виникнення міоми матки;

d_2 - нижче середнього ступеня ризику виникнення міоми матки;

d_3 - середній ступінь ризику виникнення міоми матки;

d_4 - вище середнього ступеня ризику виникнення міоми матки;

d_5 - високий ступінь ризику виникнення міоми матки,

найбільше значення d_i є заключним висновком ступеня ризику міоми матки у конкретній робітниці (можливо однакове значення двох-трьох функцій належності, наприклад, $\mu^{d_4}(p, a, g, l) = \mu^{d_5}(p, a, g, l)$, в цьому випадку заключення формулюють d_4-d_5 , тобто ступінь ризику "Вище середнього-Високий").

Винахід відноситься до медицини, а саме до способу прогнозування ризику виникнення гінеко-логічного захворювання - міоми матки.

Відомо, що кожна патологія глибоко причинно детермінована. У її виникненні приймають участь багато факторів, які пов'язані з впливом зовнішнього середовища, а також анамнестичні, імуноло-гічні, гормональні і багато інших факторів, взаємо-зв'язок між якими є неповторним (Е.Г. Михайленко с соавт., 1939; С.І. Жук, 1995).

Міома матки являється однією з найрозповсюджених гінекологічних патологій у жінок після 35 років. Поодинокі публікації (К.И. Журавлева, В.С. Лучкевич, 1980; Т.Я. Спицина, Р.Я. Чепурно-ва, 1980, Г.Я. Клименко, 1981) вказують на те, що міома матки займає III-IV місце в структурі гінеко-логічної захворюваності робітниць радіоелектронного приладобудування. Вивчаючи частоту та структуру гінекологічної захворюваності робітниць "гермозони" радіоелектронного виробництва (ВО "Жовтень" м. Вінниця) ми встановили, що первинна захворюваність на міому становить $3,0 \pm 0,5\%$ і кожна четверта гінекологічна хвора цього підприємства - це робітниця з міомою матки. Саме це спонукало нас до необхідності розробки способу прогнозування міоми, що в подальшому дасть можливість надати своєчасні лікувально-профілактичні рекомендації та знизити гінекологічну захворюваність.

Для розв'язку задач медичної діагностики найбільше розповсюдження отримали математичні методи основані на байєсовському підході (Глушков В.М. та ін., 1981), теорії планування експерименту (Лисенков А.Н., 1979, Адлер Ю.П. та ін., 1984), методу фазового інтервалу (Растрингін Л.А., 1982) та ін. Основні складності використання цих методів при створенні та практичному застосуванні автоматизованих систем меди-

чної діагностики зв'язані з необхідністю збирання великих масивів експериментальної інформації, складністю її статистичної обробки та інтерпретації в термінах прийняття рішення про конкретний діагноз. Крім того, відомі методи не дозволяють описувати причинно-наслідкові зв'язки між параметрами стану хворого (факторами ризику) та його діагнозом (ступенем ризику) на природній мові.

В зв'язку з цим ми пропонуємо принципово новий підхід оцінки ступеню ризику виникнення однієї з найбільш поширених гінекологічних захворювань, міоми матки, в умовах впливу на організм робітниць радіоелектронного виробництва, на базі проведених комплексних досліджень.

Метод базується на теорії нечітких множин, що дозволяє описувати причинно-наслідкові зв'язки між діагнозом хворого і параметрами його стану, або між факторами ризику, причинами, які впливають та обумовлюють виникнення захворювання та конкретним наслідком (ступенем ризику) у вигляді висловлювань природною мовою. Ці зв'язки формалізуються за допомогою нечіткої логіки. Використання теорії нечітких множин для розв'язання задач медичної діагностики здійснюється на основі принципів лінгвистичності діагнозу та параметрів стану хворого, а також лінгвистичності та ієрархічності діагностичних знань (А.П. Ротштейн, 1996).

Прототипом винаходу являється спосіб прогнозування якості діяльності людини-оператора на основі нечіткої логіки (И.В. Сергета, Г.А. Черново-лик. Экспертная система для прогнозирования качества деятельности человека-оператора на основе психофизиологических параметров // Конт-роль и управление в технических системах. - Винница. - 1995. - 4.1. - С. 248-247). В зв'язку з тим, що даний метод використовується для прогнозування якості діяльності людини-оператора, тому він не дозволяв прогнозувати гінекологічну патологію, зокрема, міому матки.

В основу винаходу поставлено завдання - прогнозування ризику виникнення міоми матки у робітниць в умовах впливу комплексу шкідливих чинників радіоелектронного виробництва за рахунок визначення ймовірних факторів ризику.

Об'єктом вивчення були хворі з міомою матки (83 жінки), які працювали тривалий час на зазначеному виробництві.

Прогнозування базується на використанні визначених нами факторів, які опосередковано, або безпосередньо сприяють створенню певного преморбідного фону, на якому може виникнути міома матки. Ці фактори визначалися в результаті вивчення параметрів виробничого середовища, анамнестичних даних, клінічного перебігу захворювання, структури соматичної патології, імунологічного стану та результатів лабораторних досліджень. Нижче перераховані параметри факторів, де в дужках вказані можливі діапазони змінюваності цих параметрів: x_1 - професійний ризик (0-3 бали); інші спеціальності - 0 балів; контролери - 1 бал; випробувальниці - 2 бали; монтажниці - 3 бали; x_2 - термін роботи на виробництві (1-30 років); x_3 - температура повітря в цехах (18-30°C); x_4 - рівень загального штучного освітлення (90-500 люкс); x_5 - кількість легких негативних аероіонів в повітряному середовищі цеху (0-1000 в м³); x_6 - рівень вуглекислоти в повітрі цехів (0,1-0,37%); x_7 - строк контакту з додатковими шкідливостями (кислоти, луги, газ, окисли) (0-15 років); x_8 - вік жінки (20-58 років); x_9 - вік початку менструації (11-16 років); x_{10} - вік початку статевого життя (16-35 років); x_{11} - кількість абортів в анамнезі (0-10); x_{12} - кількість патологічних родів (0-6); x_{13} - тривалість непліддя в анамнезі (0-10 років); x_{14} - тривалість запальних захворювань матки і додатків (0-10 років); x_{15} - рівень соматичної безпеки: (0 - 5 балів), - відсутність соматичних захворювань - 0 балів, - перенесені дитячі інфекції - 1 бал, - ожиріння - 2 бали, - захворювання шлунково-кишкового тракту - 3 бали, - нейроциркуляторні дистонії - 4 бали, - гіпертонічна хвороба - 5 балів; x_{16} - рівень менструальної безпеки: (0-5 балів): регулярний менструальний цикл - 0 балів; нерегулярні менструації - 1 бал; гіперполіменоррея - 2 бали; альгодіоменоррея - 3 бали; меноррагія - 4 бали; метроррагія - 5 балів; x_{17} - характер болю внизу живота: (0-4 бали), - відсутність болю - 0 балів, - ниючий рідкий біль - 1 бал; - ниючий довготривалий біль - 2 бали; - переймоподібний біль - 3 бали; - відчуття важкості внизу живота - 4 бали; x_{18} - наявність поліпів внутрішніх статевих органів: (0-3 бали); - відсутність поліпів - 0 балів; - поліп шийки матки - 1 бал; - поліп цервікального каналу - 2 бали; - рецидивуючі поліпи - 3 бали; x_{19} - рівень гемоглобіну (80-140 г/л); x_{20} - позитивна алергічна реакція негайного типу з аутоалергеном (ІТГ) (0-1); x_{21} - реакція бластної трансформації лімфоцитів з аутоалергеном (0-50%).

Пропонуємо визначити ступені ризику виникнення міоми матки на таких рівнях (від нижчого до вищого): d_1 - низький ступінь ризику виникнення міоми матки; d_2 - нижче середнього ступеню ризику виникнення міоми матки; d_3 - середній ступінь ризику виникнення міоми матки; d_4 - вище середнього ступеню ризику виникнення міоми матки; d_5 - високий ступінь ризику виникнення міоми матки.

Рівні d_1 - d_5 ми вважали типами діагнозів, які підлягають розпізнаванню.

Фактори x_1 - x_{21} , зазначені вище, ми розглядали як лінгвистичні змінні. Крім того, використовували також такі лінгвистичні змінні: p - виробнича небезпека, яка залежить від факторів ($x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$); a - анамнестична небезпека, яка залежить від факторів ($x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}$); g - гінекологічна небезпека, яка залежить від факторів (x_{16}, x_{17}, x_{18}); l - лабораторна небезпека, яка залежить від факторів (x_{19}, x_{20}, x_{21}).

Взаємозв'язок введених лінгвистичних змінних визначається системою співвідношень:

$$d = f_d(p, a, g, l) \quad (1)$$

$$p = f_p(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7) \quad (2)$$

$$a = f_a(x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}) \quad (3)$$

$$g = f_g(x_{16}, x_{17}, x_{18}) \quad (4)$$

$$l = f_l(x_{19}, x_{20}, x_{21}). \quad (5)$$

Для оцінки значень лінгвістичних змінних $x_1: x_{21}$, а також p, a, g, l , ми використовували єдину систему якісних термів: Н - низький, нС - нижче середнього, С - середній, вС - вище середнього, В - високий. Кожний з цих термів подає нечітку множину, задану за допомогою відповідної функції належності.

В подальшому користуючись введеними якісними термами та нашою базою знань, подаємо співвідношення (1) - (5) у вигляді наступних формул:

$$\begin{aligned} \mu^{d1}(p, a, g, l) = & \\ = \mu^H(p) \cap \mu^H(a) \cap \mu^H(g) \cap \mu^H(l) \cup & \\ \cup \mu^H(p) \cap \mu^{nC}(a) \cap \mu^H(g) \cap \mu^H(l) \cup & \\ \cup \mu^{nC}(p) \cap \mu^H(a) \cap \mu^H(g) \cap \mu^H(l) & \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \mu^{d2}(p, a, g, l) = & \\ = \mu^{nC}(p) \cap \mu^{nC}(a) \cap \mu^H(g) \cap \mu^H(l) \cup & \\ \cup \mu^C(p) \cap \mu^{nC}(a) \cap \mu^H(g) \cap \mu^H(l) \cup & \\ \cup \mu^{nC}(p) \cap \mu^C(a) \cap \mu^H(g) \cap \mu^H(l) & \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \mu^{d3}(p, a, g, l) = & \\ = \mu^C(p) \cap \mu^{nC}(a) \cap \mu^{nC}(g) \cap \mu^H(l) \cup & \\ \cup \mu^C(p) \cap \mu^C(a) \cap \mu^H(g) \cap \mu^H(l) \cup & \\ \cup \mu^{vC}(p) \cap \mu^H(a) \cap \mu^H(g) \cap \mu^H(l) & \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \mu^{d4}(p, a, g, l) = & \\ = \mu^C(p) \cap \mu^C(a) \cap \mu^{nC}(g) \cap \mu^H(l) \cup & \\ \cup \mu^{vC}(p) \cap \mu^{nC}(a) \cap \mu^H(g) \cap \mu^H(l) \cup & \\ \cup \mu^C(p) \cap \mu^{vC}(a) \cap \mu^H(g) \cap \mu^H(l) \cup & \\ \cup \mu^C(p) \cap \mu^C(a) \cap \mu^{nC}(g) \cap \mu^{vC}(l) \cup & \\ \cup \mu^C(p) \cap \mu^B(a) \cap \mu^{vC}(g) \cap \mu^B(l) \cup & \\ \cup \mu^C(p) \cap \mu^{vC}(a) \cap \mu^{vC}(g) \cap \mu^{nC}(l) & \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \mu^{d5}(p, a, g, l) = & \\ = \mu^{vC}(p) \cap \mu^H(a) \cap \mu^C(g) \cap \mu^{vC}(l) \cup & \\ \cup \mu^{vC}(p) \cap \mu^{vC}(a) \cap \mu^H(g) \cap \mu^{nC}(l) \cup & \\ \cup \mu^{vC}(p) \cap \mu^{vC}(a) \cap \mu^{vC}(g) \cap \mu^H(l) \cup & \\ \cup \mu^B(p) \cap \mu^{nC}(a) \cap \mu^{nC}(g) \cap \mu^{nC}(l) \cup & \\ \cup \mu^B(p) \cap \mu^C(a) \cap \mu^H(g) \cap \mu^H(l) \cup & \\ \cup \mu^B(p) \cap \mu^{vC}(a) \cap \mu^C(g) \cap \mu^{nC}(l) \cup & \\ \cup \mu^B(p) \cap \mu^{vC}(a) \cap \mu^{vC}(g) \cap \mu^{nC}(l) \cup & \\ \cup \mu^B(p) \cap \mu^C(a) \cap \mu^C(g) \cap \mu^C(l) \cup & \\ \cup \mu^{vC}(p) \cap \mu^H(a) \cap \mu^{nC}(g) \cap \mu^C(l) \cup & \\ \cup \mu^B(p) \cap \mu^H(a) \cap \mu^{nC}(g) \cap \mu^{nC}(l) \cup & \\ \cup \mu^B(p) \cap \mu^B(a) \cap \mu^B(g) \cap \mu^B(l) \cup & \\ \cup \mu^B(p) \cap \mu^{vC}(a) \cap \mu^{vC}(g) \cap \mu^{vC}(l) \cup & \\ \cup \mu^{vC}(p) \cap \mu^B(a) \cap \mu^{nC}(g) \cap \mu^{vC}(l) & \end{aligned} \quad (10)$$

де $\mu^{d1-5}(p, a, g, l)$ - функція належності розв'язку $d=d_{1-5}$, залежна від значень змінних (p, a, g, l) ; $\mu^{H, nC, C, vC, B}(p, a, g, l)$ - функції належності термін по кожній з небезпеки; p - професійній, a - анамнез-тичний, g - гінекологічний, l - лабораторній; кожний стовпчик рядків відповідає нечіткому логічному ви-словлюванню типу ЯКЩО-ТОДІ, яке використовує операції ТА-АБО (\cup - знак операції АБО, \cap - логічної операції ТА).

Наприклад, як видно з формули 6, низький ступень ризику виникнення міоми матки у робіт-ниць електронного приладобудування ($d=d_1$) ви-значається такими нечіткими висловлюваннями:

ЯКЩО $p=H$, ТА $a=H$, ТА $g=H$, ТА $l=H$;

АБО $p=H$, ТА $a=nC$, ТА $g=H$, ТА $l=H$;

АБО $p=nC$, ТА $a=H$, ТА $g=H$, ТА $l=H$;

ТОДІ $d=d_1$.

Функції належності нечітких термів знаходять аналогічно за допомогою таблиць експертних оці-нок 1-4.

Для того, щоб використати в наших розрахунках логічні рівняння, подані вище, необхідно визначити функції належності $\mu_i(x_i)$ нечітких термів (Н, нС, С, вС, В) для всіх факторів x_i , де $i=1,21$. В загальному випадку кожному факторові x_i повинна відповідати своя п'ятірка функцій належностей.

Перехід від функцій $\mu_i(x_i)$ до функцій $\mu^j(x_i)$, що визначаються, здійснюється таким чином:

$$u_j = 4 \times \frac{x_i - x_{-i}}{\bar{x}_i - x_{-i}}, \quad \mu(u_i) = \mu(x_i) \quad (11)$$

$$\mu^H(u) = \begin{cases} 1 - 0,5u & u \in [0, 1] \\ (4 - u)/6 & u \in [1, 4] \end{cases} \quad (12)$$

$$\mu^{nC}(u) = \begin{cases} 0,5 + 0,5u & u \in [0, 1] \\ 1,5 - 0,5u & u \in [1, 2] \\ 1 - 0,25u & u \in [2, 4] \end{cases} \quad (13)$$

$$\mu^C(u) = \begin{cases} 0,5u & u \in [0, 2] \\ 2 - 0,5u & u \in [2, 4] \end{cases} \quad (14)$$

$$\mu^{BC}(u) = \begin{cases} 0,25u & u \in [0, 2] \\ 0,5u - 0,5 & u \in [2, 3] \\ 2,5 - 0,25u & u \in [3, 4] \end{cases} \quad (15)$$

$$\mu^B(u) = \begin{cases} 1/6u & u \in [0, 3] \\ 0,5u - 1 & u \in [3, 4] \end{cases} \quad (16)$$

де: x_i - значення конкретного i -го фактора ризику конкретної жінки, x_{-i} - нижня границя зазначеного фактору, \bar{x}_i - верхня межа цього фактора, u - проекція (коефіцієнт перетворення) значення x_i на інтервалі $u \in [0; 4]$ (знаходять за формулою 11).

Приклад розрахунку: робітниця К., таб. номер 06214, цех 07 ($x_1=3$; $x_2=17$; $x_3=29$; $x_4=100$; $x_5=60$; $x_6=0,36$; $x_7=0$; $x_8=35$; $x_9=13$; $x_{10}=20$; $x_{11}=2$; $x_{12}=0$; $x_{13}=0$; $x_{14}=5$; $x_{15}=2$; $x_{16}=0$; $x_{17}=1$; $x_{18}=0$; $x_{19}=122$; $x_{20}=0$; $x_{21}=6$); знаходимо u : $u_1=4x(3-0)/(3-0)=4$; тепер визначаємо функції належності: $\mu^H(u_1)=0$; $\mu^{nC}(u_1)=0$; $\mu^C(u_1)=0,5$; $\mu^{BC}(u_1)=0,5$; $\mu^B(u_1)=1$. Аналогічно знаходимо функції належності для кожного з факторів $x_1: x_{21}$. Далі, за допомогою таб-лиць 1-4 знаходимо:

$$\begin{aligned} \mu^H(p) &= \\ &= 0 \cap 0,298 \cap 0,165 \cap 0,017 \cap 0,04 \cap 0,025 \cap 1 \cup \\ &\cup 0 \cap 0,298 \cap 0,165 \cap 0,017 \cap 0,04 \cap 0,025 \cap 1 \cup \\ &\cup 0 \cap 0,298 \cap 0,165 \cap 0,017 \cap 0,04 \cap 0,038 \cap 1 \cup \\ &\cup 0 \cap 0,448 \cap 0,082 \cap 0,017 \cap 0,04 \cap 0,025 \cap 1 \cup \\ &\cup 1 \cap 0,298 \cap 0,165 \cap 0,017 \cap 0,04 \cap 0,025 \cap 1 \cup \\ &\cup 1 \cap 0,448 \cap 0,165 \cap 0,017 \cap 0,04 \cap 0,025 \cap 1 = \\ &= 0,017 \end{aligned}$$

тобто, з кожного з рядків визначаємо найменше значення, з цих значень вибираємо найбільше, аналогічно обчислюємо: $\mu^{nC}(p)=0,036$; $\mu^C(p)=0,5$; $\mu^{BC}(p)=0,5$; $\mu^B(p)=0,5$; $\mu^H(a)=0,333$; $\mu^{nC}(a)=0,333$; $\mu^C(a)=0,21$; $\mu^{BC}(a)=0,395$; $\mu^B(a)=0,4$; $\mu^H(g)=0,5$; $\mu^{nC}(g)=1$; $\mu^C(g)=0,5$; $\mu^{BC}(g)=0,5$; $\mu^B(g)=0$; $\mu^H(l)=0,76$; $\mu^{nC}(l)=0,74$; $\mu^C(l)=0,6$; $\mu^{BC}(l)=0,3$; $\mu^B(l)=0,2$. Тепер, за формулами 6-10 аналогічно проводимо розрахунки значень функцій належності діагнозів: $\mu^{d1}(p, a, g, l)=0,333$; $\mu^{d2}(p, a, g, l)=0,333$; $\mu^{d3}(p, a, g, l)=0,333$; $\mu^{d4}(p, a, g, l)=0,395$; $\mu^{d5}(p, a, g, l)=0,5$; най-більше 5 цих чисел - 0,5 і відповідає заключному ступеню ризику виникнення міоми (d_5), тобто - високому рівню.

Всі математичні розрахунки проводились за допомогою спеціально розробленої програми на персональній ЕОМ.

Враховуючи високу виробничу та анамнестичну небезпеку виникнення міоми ($\mu^B(p)=0,5$ і $\mu^B(a)=0,4$) робітниця було рекомендовано не працювати в умовах "гермозони" та пройти курс про-тизапальної та вітамінної терапії (хр. аднекоїт). Від наданих рекомендацій робітниця відмовилась. Че-рез 6 років (1996 р.) в неї була виявлена міома 13-14 тижнів, прооперована.

Використання способу достовірно у 92% хворих на міому, в зв'язку з тим, що з такою вірогідністю були проведені всі розрахунки при математичному моделюванні. Для підтвердження достовірності експертної системи спосіб прогнозування був використаний у 83 хворих на міому матки, при чому співпадання лікарського та комп'ютерного діагнозу було у 93,9% хворих.

Пропонований спосіб прогнозування ризику виникнення міоми матки дав змогу створити групи здорових робітниць не тільки з різними ступенями ризику виникнення міоми, але й з визначенням найбільш вагомих факторів ризику: виробничих, анамнестичних, гінекологічних, лабораторних. Саме це дає можливість надати індивідуальні лікувально-профілактичні рекомендації.

Таблиця 1

Знання про співвідношення (2)
 $p = f_p(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7)$

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	p
Н	Н	С	В	В	Н	Н	Н
НС	Н	С	В	В	Н	Н	
Н	Н	С	В	В	НС	Н	
Н	НС	НС	В	В	Н	Н	
В	Н	С	В	В	Н	Н	
В	НС	С	ВС	В	Н	Н	
Н	НС	НС	ВС	ВС	НС	Н	НС
Н	НС	С	ВС	ВС	НС	Н	
НС	НС	НС	С	ВС	НС	Н	
В	НС	НС	С	ВС	НС	НС	
С	НС	НС	С	ВС	НС	НС	
С	НС	С	ВС	ВС	Н	Н	
Н	С	ВС	НС	НС	ВС	НС	С
С	НС	ВС	НС	НС	С	НС	
С	ВС	ВС	НС	С	С	НС	
С	С	ВС	НС	НС	ВС	НС	
В	НС	ВС	С	С	С	НС	
В	С	ВС	НС	НС	ВС	НС	
Н	ВС	ВС	С	НС	ВС	НС	ВС
Н	С	ВС	Н	Н	ВС	С	
В	ВС	ВС	С	НС	ВС	НС	
С	ВС	ВС	С	НС	ВС	НС	
С	С	ВС	С	НС	С	С	
В	С	ВС	НС	НС	ВС	НС	
Н	ВС	В	Н	Н	ВС	НС	В
С	С	В	НС	Н	С	НС	
С	ВС	ВС	Н	Н	С	С	
Н	В	В	Н	Н	ВС	С	
В	ВС	В	Н	Н	ВС	НС	
В	С	В	Н	Н	ВС	НС	
В	ВС	В	Н	Н	ВС	НС	
В	В	ВС	Н	Н	В	НС	
В	ВС	В	Н	Н	ВС	С	

Таблиця 2

Знання про співвідношення (4)
 $g = f_g(x_{16}, x_{17}, x_{18})$

x_{16}	x_{17}	x_{18}	g
Н	Н	Н	Н

Н	Н	НС	
Н	НС	Н	НС
Н	НС	НС	
НС	Н	ВС	С
НС	НС	НС	ВС
НС	НС	С	
НС	НС	Н	
НС	С	НС	
НС	С	С	
НС	Н	В	
С	Н	Н	
С	НС	НС	
С	С	Н	
ВС	Н	НС	
ВС	С	Н	
ВС	В	В	
С	ВС	Н	
ВС	ВС	Н	
В	С	Н	

Таблиця 3

Знання про співвідношення (3)
 $a=f_a(x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15})$

x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	a
Н	С	С	Н	Н	Н	Н	Н	
Н	НС	С	Н	Н	Н	Н	Н	Н
Н	НС	НС	Н	Н	Н	Н	Н	
НС	С	НС	Н	Н	Н	Н	НС	
НС	НС	НС	НС	Н	Н	Н	НС	НС
НС	НС	С	Н	Н	Н	Н	НС	
С	НС	С	НС	Н	Н	Н	Н	
С	С	НС	НС	Н	Н	Н	Н	
С	С	Н	С	НС	Н	Н	Н	С
НС	Н	ВС	НС	Н	НС	НС	Н	
ВС	С	ВС	НС	НС	Н	Н	НС	
ВС	ВС	ВС	С	НС	НС	НС	Н	
ВС	НС	С	С	Н	Н	НС	НС	ВС
НС	Н	С	С	НС	Н	НС	С	
С	С	С	ВС	Н	НС	С	ВС	
ВС	Н	ВС	ВС	НС	Н	Н	ВС	
ВС	В	Н	ВС	В	Н	ВС	ВС	
ВС	Н	С	НС	Н	Н	В	С	
С	С	С	НС	Н	Н	НС	В	
С	С	С	НС	Н	Н	НС	ВС	
ВС	С	С	Н	Н	Н	Н	В	
ВС	С	С	Н	Н	Н	Н	ВС	
НС	С	ВС	Н	Н	Н	Н	ВС	
НС	НС	ВС	ВС	НС	Н	НС	ВС	
ВС	НС	С	С	Н	ВС	В	В	
С	ВС	С	С	Н	С	В	В	

Таблиця 4

Знання про співвідношення (5)
 $l=f_l(x_{19}, x_{20}, x_{21})$

x_{19}	x_{20}	x_{21}	l
В	Н	Н	Н

В ВС	Н Н	НС Н	
ВС ВС С	Н НС Н	НС НС Н	НС
С С	НС Н	НС НС	С
С НС С НС	ВС В С Н	НС Н НС НС	ВС
Н Н НС НС НС Н НС С С	Н НС ВС В В В В В ВС	НС ВС ВС В ВС С В ВС ВС	В

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2002 р. Формат 60x84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 35 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22
