

*The physical and mathematical models take into account the drawbar force and the slipping. The mathematical models of acceleration of the wheeled tractors Fendt 900 Vario during their operation permit to study the changes of the kinematic, force and energy parameters of the hydrovolumetric and mechanical transmission while slipping, and the effect of the hydrovolumetric and mechanical transmission on the process of slipping when running forward and reverse with a trailer.*

**Keywords:** mathematical model, acceleration, wheeled tractor, engine, transmission, wheel, dynamics

УДК 621.513

## ПРОЦЕДУРИ УДОСКОНАЛЕННЯ ДІАГНОСТИЧНОГО ПОРАДНИКА, ПОБУДОВАНОГО НА БІНАРНИХ КЛАСИФІКАТОРАХ

Г. В. Кіт

Кандидат технічних наук\*  
Контактний тел.: (044) 424-62-74  
E-mail: vmurof-if@yandex.ua

В. А. Павлов

Кандидат технічних наук\*  
Контактний тел.: 050-559-79-54  
E-mail: vapavlo@bk.ru

\*Кафедра комп'ютерного еколого-економічного моніторингу  
Відкритий міжнародний університет розвитку людини «Україна»  
вул. Хорева, 1, м. Київ, Україна, 04071

О. В. Павлов

Кандидат технічних наук  
Кафедра нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»  
пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056  
Контактний тел.: (044)424-62-74  
E-mail: pavlov\_alexander@ukr.net

На прикладі системи диференційної діагностики легких форм гемостазіопатій, в роботі обґрунтовано застосування бінарних класифікаторів, збудованих на принципі «один проти всіх». Для них запропоновано процедури, що зменшують число конфліктів класифікаторів при діагностиці захворювань

**Ключові слова:** класифікація, діагноз, МГУА

На прикладі системи диференціальної діагностики легких форм гемостазіопатій, в роботі обґрунтовано застосування бінарних класифікаторів, побудованих на принципі «один проти всіх». Для них запропоновано процедури, що зменшують число конфліктів класифікаторів при діагностиці захворювань

**Ключевые слова:** классификация, диагноз, МГУА

### 1. Вступ

Загальні питання будови діагностичних порадників доволі повно відображено загальною теорією класифікаторів [1]. Проте кожна конкретна реалізація діагностичної системи [2] породжує свої механізми поліпшення результатів класифікації, і тому мають самостійне значення для даного класу систем. В роботі, що пропонується, продовжується дослідження можливостей підвищення якості систем диференційної діагностики на прикладі діагностичного порадника для визначення захворювань легких форм гемостазіопатій. Автор вхідних даних - д.м.н. Томілін В.В., ДУ «Інститут гематології та трансфузіології» АМН України.

### 2. Постановка задачі

Задано перелік клінічних ознак  $x_i$ ,  $i=1, \dots, 12$ :  $x_1$  – носова кровотеча;  $x_2$  – кровоточивість ясен;  $x_3$  – кро-

вотеча після екстракції зубів;  $x_4$  – інтро і післяопераційна кровотеча;  $x_5$  – після травматична гематома;  $x_6$  – кровотеча з поверхневих ран;  $x_7$  – тривале не загоєння ран;  $x_8$  – після травматичний гемартроз;  $x_9$  – після ін'єкційна гематома;  $x_{10}$  – післяродова кровотеча;  $x_{11}$  – післяродова кровотеча;  $x_{12}$  – вік, що характеризують прояви 4 діагнозів:  $D_1$  - хвороба Віллебранта (ХВ),  $D_2$  - куаглопатія (КП),  $D_3$  - дезагрегаційна тромбоцитопатія (ДТ),  $D_4$  - комбінована патологія системи гемостазії (КПСГ).

Необхідно вирішити задачу диференційної діагностики цих чотирьох, близьких по клінічним проявам, захворювань крові.

В роботі [2] було розглянуто синтез класифікаторів диференційної діагностики захворювань легких форм гемостазіопатій по алгоритмам МГУА (метод групового урахування аргументів) [3]. Розглянутий варіант діагностичної системи базується на детермінованих бінарних класифікаторах, збудованих на принципі «один проти всіх».

Результати, що одержано в [2], забезпечили по кожному діагнозу не менш ніж 90% вірних результатів, що в цілому задовільно для задач такої складності. Проте не перевірявся варіант системи, що вирішує діагностичну задачу одним класифікатором з чотирма виходами. При деяких випадках розташування класів такий варіант системи може бути більш ефективним, що і потребує відповідної перевірки. Крім того, вже одержаний варіант діагностичної системи дозволяє запропонувати для неї процедури, що зменшують число помилок при конфлікті бінарних класифікаторів при діагностиці захворювань.

Робочий класифікатор було одержано за допомогою того ж апарату МГУА, яким вирішувалася задача для синтезу бінарних класифікаторів у [2] – рис. 2.



Рис. 2. Ідеальний та робочий класифікатори

### 3. Основна частина

Ідеальний класифікатор, що однією функцією належності вирішує питання, який з чотирьох діагнозів  $D_1, D_2, D_3, D_4$  має місце, може мати вигляд ступінчастої функції (рис. 1) з чотирма пороговими значеннями  $P_1, P_2, P_3, P_4$ , кожне з яких відповідає своєму діагнозу. На рисунку точки, що відповідають певному діагнозу груповано підряд у порядку діагнозів  $D_1, D_2, D_3, D_4$  таким чином, що ідеальний класифікатор має вигляд ступінчастої лінії. Спочатку груповано точки навчальної послідовності (62 точки) потім перевіркової (8 точок) і екзамену (10 точок). У зв'язку з малою кількістю пацієнтів у групі з діагнозом КПСГ ( $D_4$ ), точки перевірки та екзамену для  $D_4$  не виділялися.

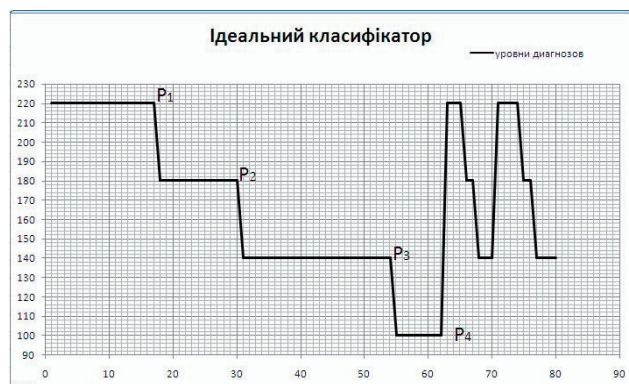


Рис. 1. Ідеальний класифікатор

Робочий класифікатор, що однією функцією належності вирішує питання визначення, який з чотирьох діагнозів  $D_1, D_2, D_3, D_4$  має місце може мати такий вигляд:

$$y_{1,2,3,4}(\bar{x}) = \begin{cases} y \leq A_1 & \text{при } D_1 \\ A_1 < y \leq A_2 & \text{при } D_2 \\ A_2 < y \leq A_3 & \text{при } D_3 \\ A_3 > y & \text{при } D_4 \end{cases}$$

де  $A_1, A_2, A_3$  - пороги розпізнання, між якими знаходяться значення робочого класифікатора для відповід-

них класів. На рис. 2 зображено графік ідеального та робочого класифікаторів зі значеннями рівнів  $P_1 = 220, P_2 = 180, P_3 = 140, P_4 = 100$ , та порогів розпізнання  $A_1 = 184, A_2 = 164, A_3 = 122$ . Аналітичний вираз класифікатора:

$$C_{1,2,3,4} = 144.1141910 + 151.0877070 / (x_1 \cdot x_3) + 25.3302318 \cdot x_7 / x_6 + 0.0218442 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0.0939300 \cdot x_6 \cdot x_7 / x_3 - 1.2096893 \cdot x_7 \cdot x_4 / x_{11} - 16.7110332 / (x_3 \cdot x_4) - 0.0174442 \cdot x_5 \cdot x_3 + 0.0442643 \cdot x_2 \cdot x_9 / x_{10} + 0.0003864 \cdot x_6 \cdot x_{10} \cdot x_3 \cdot x_7 / x_2 - 8.6557709 \cdot x_3 / (x_5 \cdot x_4 \cdot x_{10}) + 0.1091140 \cdot x_{11} \cdot x_{11} / (x_{10} \cdot x_1) + 0.270521 \cdot x_5$$

Одержаний класифікатор має наступні показники якості розпізнання: процент правильних діагнозів на робочих точках - 54,29%, на навчальній послідовності - 51,61%, перевіркової послідовності - 75%, екзамені - 50%.

Нагадаємо, як було одержано діагностичну систему у [2]. Тут для кожного класифікатора:

$y_i(x)$  було задано ідеальну функцію належності

$$P_i(x) = \begin{cases} A, \forall x \in D_i \\ B, \forall x \notin D_i \end{cases}$$

Застосовуючи МГУА, було розроблено чотири бінарні класифікатори, кожний з яких визначає свій діагноз  $D_1, D_2, D_3, D_4$ . Кожний такий класифікатор відповідає границі, що відокремлює свій діагноз  $D_i$  від всіх інших діагнозів. Діагноз є визначеним при безконфліктному вирішенні питання класифікації всіма класифікаторами.

Одержано результати: процент розпізнання діагнозу  $D_1$  (хвороба Віллебранта) на повній вибірці хворих - 97,5%, діагноз  $D_2$  (куаголопатія) - 96,25%, діагноз  $D_3$  (деагрегаційна тромбоцитопатія) - 90,00% та діагноз  $D_4$  (комбінована патологія системи гемостазії) - 100%. Як бачимо, вибір структури діагностичної системи на користь бінарних класифікаторів було зроблено вірно.

В робочому режимі класифікації діагнозу пацієнта помилки, що виникають при діагностуванні системами такого типу можна розділити на дві групи:

1. Помилки, яких можливо уникнути завдяки наявності конфлікту класифікаторів. Назвемо їх усуненими помилками.

2. Помилки, при яких класифікатори помиляються узгоджено, тобто, для одного і того ж хворого одночасно виникла помилка першого та другого роду на 2-х різних класифікаторах.

Назвемо їх неусуненими помилками.

У випадку діагностики захворювань бінарними класифікаторами на вибірці 80 пацієнтів система помилилась у 9 випадках, причому у чотирьох з них помилилась узгоджено.

У другому випадку нема підстав для додаткових процедур розпізнавання і, як зазначалося у [2], для ліквідації таких помилок необхідно розробити новий класифікатор на новому, більш повному наборі клінічних ознак, чи створювати новий, п'ятий клас об'єктів, що характеризується неусуненим характером помилок для наявної системи діагностики. Належність пацієнта до додаткового класу буде означати необхідність проводити для нього додаткові дослідження і уточнення діагнозу.

У першому випадку, з метою розв'язання конфлікту класифікаторів можливо запропонувати додаткові процедури, засновані на утворенні нових угруповань пацієнтів з наявної вибірки і спроб вирішення конфлікту старих класифікаторів за допомогою додаткових класифікаторів, побудованими для нових підгруп пацієнтів. Запропонуємо наступну структуру багаторівневої системи:

1. Назвемо існуючий рівень класифікації, де відокремлюються пацієнти кожного діагнозу від решти пацієнтів – першим рівнем класифікації. Кількість класифікаторів –  $l_1 = 4$ .

$$y_{i,0}(\bar{x}) = \begin{cases} \geq 0 & \text{при } D_i \\ < 0 & \text{при не } D_i \end{cases}$$

2. Заснуємо другий рівень класифікації, що буде визначати діагноз у кожній парі діагнозів:

$$y_{i,j}(\bar{x}) = \begin{cases} \geq 0 & \text{при } D_i \\ < 0 & \text{при } D_j \end{cases}$$

Кількість класифікаторів другого рівня -  $l_2 = 6$ .

3. Класифікатори третього рівня диференціюють кожний діагноз від пари інших діагнозів:

$$y_{i,(p,q)}(\bar{x}) = \begin{cases} \geq 0 & \text{при } D_i \\ < 0 & \text{при } D_p \text{ чи } D_q \end{cases}$$

де  $i, p, q = 1, \dots, k$ ;  $i \neq p, q$ ;  $p \neq i, q$ ;  $q \neq i, p$ .

Кількість бінарних класифікаторів третього рівня -  $l_3 = 12$ .

4. Бінарні класифікатори четвертого рівня диференціюють діагнози попарно  $(D_1, D_2)/(D_3, D_4)$ ,  $(D_1, D_3)/(D_2, D_4)$ ,  $(D_1, D_4)/(D_2, D_3)$ :

$$y_{(i,j),(p,q)}(\bar{x}) = \begin{cases} \geq 0 & \text{при } D_i \text{ чи } D_j \\ < 0 & \text{при } D_p \text{ чи } D_q \end{cases}$$

$i, j, p, q = 1, \dots, k$ ;  $p \neq j, i, q$ ;  $q \neq i, p, j$ ;  $j \neq i, p, q$ .

Таких класифікаторів  $l_4 = 3$ . Розглянемо нижче алгоритм класифікації класів  $D_1, D_2, D_3, D_4$  за допомогою багаторівневої системи бінарних моделей – рис. 3.

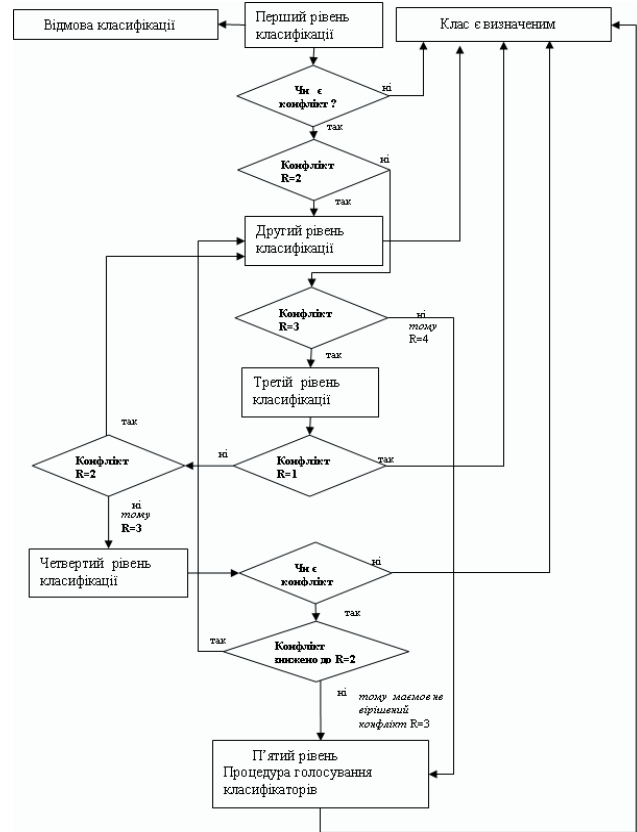


Рис. 3. Багаторівневий алгоритм класифікації

Клінічні ознаки пацієнта  $\bar{x}_Q$  підставляються у кожний з чотирьох класифікаторів  $y_{i,0}(\bar{x}_Q)$ ,  $i = 1, \dots, k$  першого рівня. У відсутності «конфлікту діагнозів», одержуємо визначення діагнозу  $D_i$  вже на першому рівні системи. При цьому, тільки один класифікатор прийме позитивне значення, що і вирішує питання класифікації:  $D_Q = D_j$ , якщо  $y_{j,0}(\bar{x}_Q) \geq 0$ , при цьому  $y_{i,0}(\bar{x}_Q) < 0$ ,  $i = 1, \dots, k, i \neq j$ . Проте, якщо більше за один класифікатор першого рівня прийме позитивне значення, має місце «конфлікт класів». Як очевидно, менш спеціалізовані класифікатори (другого, третього і четвертого рівнів) мають менш складну структуру, ніж класифікатори першого рівня, що дозволяє розраховувати на їх більш ефективну роботу в складних ситуаціях конфлікту діагнозів першого рівня класифікації.

Для зручності позначення варіантів конфлікту класів введемо змінну R яку назвемо порядком конфлікту. R приймає значення «кількості класів, які беруть участь у конфлікті». Відсутність конфлікту відповідає  $R = 1$ . При конфлікті діагнозів маємо три варіанти результатів: А) конфлікт двох класів -  $R = 2$ ; Б) конфлікт трьох класів  $R = 3$ ; В) конфлікт чотирьох класів  $R = 4$ . Для вирішення «конфлікту класів» будемо звертатися до бінарних класифікаторів інших рівнів системи. Розглянемо докладніше вище означені ситуації.

А) В даному випадку два  $(y_{j,0}(\bar{x}_Q))$  та  $(y_{i,0}(\bar{x}_Q))$  з чотирьох бінарних класифікаторів проголосували за «свої» класи –  $D_{i1}$  і  $D_{i2}$ :

$$y_{j_1,0}(\bar{x}_Q) \geq 0 \text{ і } y_{j_2,0}(\bar{x}_Q) \geq 0,$$

при цьому  $y_{i,0}(\bar{x}_Q) < 0 \text{ і } i=1, \dots, k, i \neq j_1, j_2$ .

Даний конфлікт легко вирішується на другому рівні системи класифікаторів: клінічні ознаки пацієнта  $\bar{x}_Q$  підставляються у класифікатор

$$y_{j_1, j_2}(\bar{x}_Q) = \begin{cases} \geq 0 & \text{при } D_{j_1} \\ < 0 & \text{при } D_{j_2} \end{cases} \text{ і знак класифікатора}$$

розв'язує конфлікт класів.

Б) В даному випадку три з чотирьох бінарних класифікаторів проголосували за свій діагноз.

Таких ситуацій конфлікту може бути чотири - класифікатори першого рівня проголосували за  $(D_1, D_2, D_3)$  чи  $(D_3, D_2, D_4)$  чи  $(D_1, D_3, D_4)$  чи  $(D_1, D_2, D_4)$ .

Нехай це буде  $(D_{j_1}, D_{j_2}, D_{j_3})$ . Тоді для розв'язку конфліктної ситуації переходимо на третій рівень системи: клінічні ознаки пацієнта вводяться в класифікатори

$$y_{i_1, (i_2, i_3)}(\bar{x}_Q) = \begin{cases} \geq 0 & \text{при } D_{i_1} \\ < 0 & \text{при } D_{i_2} \text{ чи } D_{i_3} \end{cases},$$

$$y_{i_2, (i_1, i_3)}(\bar{x}_Q) = \begin{cases} \geq 0 & \text{при } D_{i_2} \\ < 0 & \text{при } D_{i_1} \text{ чи } D_{i_3} \end{cases},$$

$$y_{i_3, (i_1, i_2)}(\bar{x}_Q) = \begin{cases} \geq 0 & \text{при } D_{i_3} \\ < 0 & \text{при } D_{i_1} \text{ чи } D_{i_2} \end{cases},$$

і, якщо, тільки один класифікатор прийняв позитивне значення, це вирішує конфлікт. Якщо конфлікт не є розв'язаним, проте порядок конфлікту понижено на одиницю (тобто два з трьох класифікаторів прийняли позитивне значення), то переходимо на другий рівень системи і вирішуємо конфлікт 2-х класифікаторів. Якщо рівень конфлікту не знижено, використовується четвертий рівень системи, де з'являється можливість вирішити конфлікти, не розв'язані на третьому рівні. Для цього використовуються моделі:

$$y_{(i,j),(p,q)}(\bar{x}_Q) = \begin{cases} \geq 0 & \text{при } D_i \text{ чи } D_j \\ < 0 & \text{при } D_p \text{ чи } D_q \end{cases}.$$

Нехай маємо конфлікт діагнозів  $D_i, D_p, D_q$ . На четвертому рівні однозначно класифікуємо діагнози:

$D_i$  - при  $y_{(i,j),(p,q)}(\bar{x}_Q) \geq 0$  ( що визначає результат  $D_i$  або  $D_j$ ) та  $y_{(i,p),(j,q)}(\bar{x}_Q) \geq 0$  ( що визначає результат  $D_i$  або  $D_p$ ) та  $y_{(i,q),(j,p)}(\bar{x}_Q) \geq 0$ , що визначає результат  $D_i$  або  $D_q$ ;

$D_p$  - при  $y_{(i,j),(p,q)}(\bar{x}_Q) < 0$  ( що визначає результат  $D_p$  або  $D_q$ ) та  $y_{(i,p),(j,q)}(\bar{x}_Q) \geq 0$  ( що визначає результат  $D_i$  або  $D_p$ ) та  $y_{(i,q),(j,p)}(\bar{x}_Q) < 0$  ( що визначає результат  $D_j$  або  $D_p$ );

$D_q$  - при  $y_{(i,j),(p,q)}(\bar{x}_Q) < 0$  ( що визначає результат  $D_p$  або  $D_q$ ) та  $y_{(i,p),(j,q)}(\bar{x}_Q) < 0$  ( що визначає результат  $D_j$  або  $D_q$ ) та  $y_{(i,q),(j,p)}(\bar{x}_Q) \geq 0$  ( що визначає результат  $D_i$  або  $D_q$ ).

На четвертому рівні знижуємо рівень конфлікту до  $(D_p, D_q)$  при:

$y_{(i,j),(p,q)}(\bar{x}_Q) < 0$  ( що визначає результат  $D_p$  або  $D_q$ ) та  $y_{(i,p),(j,q)}(\bar{x}_Q) < 0$  ( що визначає результат  $D_j$  або  $D_q$ ) та  $y_{(i,q),(j,p)}(\bar{x}_Q) < 0$  ( що визначає результат  $D_j$  або  $D_p$ ).

На четвертому рівні знижуємо рівень конфлікту до  $(D_i, D_q)$  при:

$y_{(i,j),(p,q)}(\bar{x}_Q) \geq 0$  ( що визначає результат  $D_i$  або  $D_j$ ) та  $y_{(i,p),(j,q)}(\bar{x}_Q) < 0$  ( що визначає результат  $D_j$  або  $D_q$ ) та  $y_{(i,q),(j,p)}(\bar{x}_Q) \geq 0$  ( що визначає результат  $D_i$  або  $D_q$ ).

На четвертому рівні знижуємо рівень конфлікту до  $(D_i, D_p)$  при:

$y_{(i,j),(p,q)}(\bar{x}_Q) \geq 0$  ( що визначає результат  $D_i$  або  $D_j$ ) та  $y_{(i,p),(j,q)}(\bar{x}_Q) \geq 0$  ( що визначає результат  $D_i$  або  $D_p$ ) та  $y_{(i,q),(j,p)}(\bar{x}_Q) < 0$  ( що визначає результат  $D_j$  або  $D_p$ ).

Перераховані вище варіанти пониження рівня конфлікту дозволяють звернутися на рівень 2 і там вирішити конфлікт діагнозів. Єдиний варіант результату класифікації, який на даному рівні не дозволяє вирішити конфлікт діагнозів  $D_i, D_p, D_q$  - наступний:

$y_{(i,j),(p,q)}(\bar{x}_Q) \geq 0$  ( що визначає результат  $D_i$  або  $D_j$ ) та  $y_{(i,p),(j,q)}(\bar{x}_Q) < 0$  ( що визначає результат  $D_j$  або  $D_q$ ) та  $y_{(i,q),(j,p)}(\bar{x}_Q) < 0$  ( що визначає результат  $D_j$  або  $D_p$ ).

Для розв'язку даної ситуації та нерозв'язаних конфліктів  $R=4$  вводиться п'ятий рівень системи, де пропонується застосувати процедуру голосування моделі першого, другого та третього рівнів.

Якщо серед результатів класифікації дозволити невизначені відповіді, то з повної п'ятирівневої структури (рис. 3) можна виділити простіші структури, відповідні різному ступеню складності - одно, двох, трьох та чотирьох рівневі структури.

На завершення необхідно навести і найбільш просту процедуру розв'язку конфліктів бінарних класифікаторів, що не залучає для цього нові вибірки даних та нові класифікатори. Дійсно, найбільш простим та природним правилом вирішення конфлікту класифікаторів  $y_{i,0}(\bar{x}_k) > 0$  та  $y_{j,0}(\bar{x}_k) > 0$  є порівняння  $y_{i,0}(\bar{x}_k)$  і  $y_{j,0}(\bar{x}_k)$ . Тоді приймається клас і при  $y_{i,0}(\bar{x}_k) - y_{j,0}(\bar{x}_k) > 0$  та клас  $j$  при  $y_{j,0}(\bar{x}_k) - y_{i,0}(\bar{x}_k) > 0$ . Дана процедура ліквідує усунні помилки класифікаторів збільшуючи процент правильної класифікації. Проте всі пропонувані процедури наряду із зменшенням (чи ліквідацією) класу усунних помилок можуть привести до збільшення множини неусунних помилок класифікації, що є неприйнятним у деяких медичних застосуваннях.

#### 4. Висновки

В роботі обгрунтовано застосування бінарних класифікаторів для діагностичної системи захворювань легкими формами гемостазіопатій. Запропоновано процедури розв'язку конфліктів класифікаторів діагнозів.

Даний підхід доцільно застосовувати при формулюванні критерію системи діагностики, як «максимальне число вірно встановлених діагнозів».

#### Література

1. Эдвард, А. Патрик. Основы теории распознавания образов [Текст]: пер. с англ. - М.: «Советское радио», 1980. - 407с.

2. Павлов, А. В. Синтез классификаторов дифференциальной диагностики заболеваний легких форм гемостазиопатий методом группового учета аргументов [Текст] / Ан. В.Павлов, В. А. Павлов, В. В. Томилин // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков. - 2011. - № 2.- С. 54-65.
3. Ивахненко, А.Г. Помехоустойчивость моделирования. [Текст] / А.Г.Ивахненко, В.С. Степашко. – К.: «Наук.думка»,1985. - 216 с.
4. Павлов, А.В. Методика экспериментальных исследований сходимости итерационных алгоритмов метода группового учёта аргументов [Текст] / А. В. Павлов, В. А. Павлов // Вісник НТУУ „КПІ”. Інформатика, управління та обчислювальна техніка: Зб. наук. пр. – К., «Век+», – 2011. – №54, - С. 36-40.
5. Павлов, А.В. О сходимости обобщенного релаксационного итерационного алгоритма метода группового учета аргументов [Текст] / А. В.Павлов, Н. В. Кондрашова // УСнМ. 2012. - №3. - С.24-38.

### Abstract

*The work aims to improve the quality of classification of diagnostic advisor on the example of the problem of differential diagnosis of mild forms of hemostasis, such as von Willebrand's disease, coagulopathy, deaggregating thrombocytopathy, combined pathology of hemostasis. To solve the problems we have compared the efficiency of diagnostic advisor, developed by the relaxation iterative algorithm GMDH according to two approaches. In the first variant, the system was developed on binary classifiers, built on the principle of "one against all"; in the second the diagnostic problem was solved by a single classifier for four classes. For this task the advantages of the first variant were shown. The further step was the improvement of the system by introduction of procedures for solving classifiers conflicts. With this purpose we proposed to design additional functions of classification on data sets with different combinations of samples of classes that must be differentiated: classification of each pair of diagnoses, classification of diagnosis from a couple of other diagnoses, classification of diagnoses in pairs. Thus, a multi-classification system is formed, where at each further level the conflicts left unsolved at lower levels, are solved. This approach should be applied while formulating a criterion of diagnostic system as "the maximum number of correct diagnosis."*

**Keywords:** binary classifiers, hemostasis, differential diagnosis, GMDH

*Запропоновано адаптивну структуру системи управління ризиками проекту, яка дозволяє адекватно реагувати на виникаючі ризикові ситуації*

*Ключові слова: ризик, управління ризиками проекту, система управління ризиками проекту, структура системи управління ризиками проекту*

*Предложена адаптивная структура системы управления рисками проекта, позволяющая адекватно реагировать на возникающие рисковые ситуации*

*Ключевые слова: риск, управление рисками проекта, система управления рисками проекта, структура системы управления рисками проекта*

УДК 658.012.23

# АДАПТИВНАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРОЕКТА

**М. В. Копытина**

Аспирант

Кафедра управления проектами и системного анализа  
Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова  
ул. Кузнечная 1, г. Одесса, Украина, 65029  
Контактный тел.: 063-364-33-35  
E-mail: myr19@i.ua

## 1. Введение

Современный этап развития общества характеризуется непрерывным процессом внедрения, расширения и совершенствования информационно-коммуникационных технологий и проектов, затрагивая все новые сферы деятельности практически каждой

организации, функционирующей в рыночных условиях. С увеличением зависимости организаций от используемых инноваций в проектах растут и связанные с ними риски, присущие любой сфере человеческой деятельности. В связи с этим актуальной задачей является своевременное выявление и снижение рисков до минимально возможного уровня, для чего, в свою