



УКРАЇНА

(19) UA (11) 36881 (13) A

(51) 7 G06F17/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ КЛАСТЕРНО-СПЕКТРАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИКИ МНОЖИНИ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

(21) 2000020939

(22) 18.02.2000

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Афанасьєва Людмила Федорівна, Левцун
Олександр Григорович, Лисак Володимир Василь-
ович, Лисак Наталія Володимирівна, Любарська
Тетяна Ростиславовна, Любарський Володимир
Максимович, Светлова Наталія Михайлівна, Смут-
чак Ігор Анатолійович, Стоян Олександр Володи-
мирович, Якобчук Ростислав Володимирович

(73) Інформаційно-аналітична фірма Ексор

(57) Спосіб кластерно-спектральної діагностики

множини технічних об'єктів, що визначені статично чи динамічно своїми характеристиками, який характеризується тим, що формують зважену матрицю конфігурацій експлуатаційних характеристик об'єктів, групують об'єкти у "кластери" за мірою схожості їх характеристик, який **відрізняється** тим, що додатково, за мірою схожості групують у "кластери" також і характеристики об'єктів і формують наочне діагностичне зображення з перегрупуваної матриці конфігурацій у вигляді спектральної карти з градієнтною заливкою кольору, розділеної на окремі частини відповідно до заданої кількості кластерів, та кластерного дерева міри їх схожості.

Винахід має відношення до діагностики множини технічних об'єктів і може бути реалізований в машинобудуванні, електроенергетиці чи іншій галузі промисловості при необхідності оцінювання окремих об'єктів за експлуатаційними чи іншими характеристиками, зокрема, при визначенні надійності, доступності, ремонтпригодності, операційної ефективності, утилізаційних аспектів, інвестиційної привабливості окремих об'єктів тощо.

Так, наприклад, при необхідності діагностування роботи серії одиниць устаткування, де кожна одиниця визначається поточним набором параметрів, таким як: час роботи до поломки, кількість умикань - вимикань, продуктивність, кількість обслуговуючого персоналу тощо, виникає проблема якості та достовірності діагностування загального стану роботи серії одиниць устаткування в цілому та кожної окремо.

Відомий спосіб діагностування [1], в якому діагностика здійснюється в два етапи, на першому визначається два найбільш ймовірних стани об'єктів розпізнавання шляхом порівняння вектора контрольованих параметрів з векторами еталонних значень, а на другому етапі визначається, до якого з цих двох станів відноситься об'єкт шляхом використання дискримінаційної функції з визначеними ваговими коефіцієнтами. Такий спосіб дозволяє виконувати діагностування, але автоматичне віднесення технічних об'єктів в окремі задані групи (два визначених стани) в залежності від дискримінаційної функції без детермінації внутрішньої

характеристики ототожнює їх у групах, нівелює внесок окремих характеристик, чим зменшує інформативність даних, що в свою чергу зменшує якість та достовірність діагностики.

Найбільш близьким до винаходу за сукупністю істотних ознак є спосіб для обчислення характеристик об'єктів з використанням кластерного методу на зваженій матриці конфігурацій [2].

Існують різні реалізації кластерних методів, але довільний кластерний метод - це метод групування неоднорідної множини об'єктів у кластери. Кластери - це групи неоднорідних об'єктів, які об'єднані за визначеною мірою "схожості", чи сформовані внаслідок розділення множини об'єктів за визначеною мірою "відмінності". В даному випадку в кластери групуються технічні об'єкти за мірою "схожості" їх експлуатаційних характеристик.

Спосіб реалізований за допомогою системи, яка включає комп'ютерну систему, що обслуговує базу даних об'єктів, які відповідають напівпровідниковим процесним модулям у виробництві. Спосіб містить формування матриці конфігурацій складових частин модулів (технічних об'єктів), зокрема їх експлуатаційних характеристик, для яких виконуються основні події, типу «початок роботи», «кінець роботи» та інші дані, що реєструються в базі даних. Комп'ютерна система конфігурує усі комбінації станів "включення" і "виключення" модулів кластера, компілює конфігурацій отриману вагу у зважену матрицю конфігурацій, що використовується для оцінки роботи кластера.

(19) UA (11) 36881 (13) A

Далі об'єкти групуються, тобто виконується кластеризація об'єктів, щоб відобразити відношення безпосередніх модулів, які фізично пов'язані разом. Результат групування - перегрупована матриця конфігурацій використовується для діагнозу (оцінки) групових інструментів (технічних об'єктів).

Основним недоліком даного способу для діагнозу на виробництві є відсутність наочної інформації про внутрішню структуру об'єктів діагнозу, тобто про характеристики, що впливають на характер та причини групування, величину оцінки об'єкта, а це зменшує інформацію для діагнозу, що в свою чергу впливає на якість та достовірність діагностування.

Задачу винаходу є створення такого способу, в якому шляхом формування наочного візуального діагностичного зображення перегрупованої в двох вимірах матриці конфігурацій досягається підвищення інформативності, і тим самим, підвищення якості та достовірності діагностики.

Поставлена задача вирішується тим, що відбувається групування у кластери спочатку множини технічних об'єктів за мірою "схожості" їх експлуатаційних характеристик і формується зважена матриця конфігурацій для їх оцінювання, а далі, за мірою схожості групуються у "кластери" також і характеристики об'єктів. Групування у кластери окремо технічних об'єктів призводить до того, що переставляються відповідні стовпчики у матриці конфігурацій, а групування у кластери окремо експлуатаційних характеристик технічних об'єктів призводить до того, що переставляються відповідні рядки у матриці. Зважаючи на те, двохвимірне групування за мірою "схожості" призводить до двохвимірного групування подібних значень у клітинках матриці, то після розфарбовування кожної клітинки матриці кольором, інтенсивність якого пропорційна значенню у відповідній клітинці, формується зображення у вигляді спектральної карти з темними та світлими плямами, що може слугувати наочним діагностичним зображенням для оцінки технічних об'єктів. За бажанням спектральна карта розділяється на задану кількість найбільш характерних груп (кластерів).

Групування технічних об'єктів за мірою схожості (по об'єктах і характеристиках) формує "кластери", що призводить до підвищення "кількості знань" в таблиці (дивись вхідну таблицю (фіг. 2) та перегруповану по об'єктах таблицю (фіг. 3). Одномірне групування за допомогою дискримінаційної функції використовується в [1], кластеризування використовується у [2].

Формування зображення за допомогою градієнтної заливки кольором перегрупованої матриці конфігурацій у двох вимірах дає можливість виокремити "плями" ступеню взаємозв'язку як між елементами, так і між їхніми характеристиками, і таким чином сформувати діагностичне зображення. Тональна заливка спектральної карти даних, інтенсивність якої пропорційна величині характеристики об'єкта, дозволяє візуально визначити виразність визначеної характеристики. Темний колір означає дуже високий рівень, тоді як світлий колір - незначний. Чим сильніший контраст кольору клітинок, у яких знаходяться дані аналогічних характеристик, тим більш значуще відрізняються об'єкти "плями" один від одного за заданими ха-

рактеристиками, тобто в діагнозі використовується узагальнена інформація кожної з характеристик, що сприяє підвищенню достовірності діагностики.

Крім того, поділ спектральної карти на окремі частини, що характеризують найбільшу відстань груп об'єктів чи характеристик, дозволяє проводити аналіз об'єктів чи діагностику без спеціальних математичних знань (наприклад менеджера), тобто підвищує якість діагнозу.

На основі вищевказаного можна зробити висновки, що сукупність суттєвих ознак, які запропоновані у формулі винаходу, є необхідною і достатньою для досягнення нового технічного результату.

На фіг. 1 зображена умовна схема технологічного процесу виготовлення кольорових гумових пластин і формованих деталей для низу взуття та контроль якості, який складається з 10 технічних об'єктів, що визначають окремі технологічні модулі загального процесу (під умовною назвою M1, M2, ... M10). Реально ці технологічні модулі відповідають окремим технологічним процесам виготовлення кольорових гумових пластин та формованих деталей для низу взуття, а саме: - M - Надходження матеріалів, підготовка матеріалів до запуску (в такому модулі виконується включення виключення автоматичного контролю якості, вилучення нестандартної сировини);

- M2 - Розваження матеріалів (в такому модулі виконується міжопераційний контроль технологічного процесу. Контроль додержання рецептури);

- M3 - Приготування гумової суміші (в такому модулі виконується міжопераційний контроль технологічного процесу. Вибракування заготовок по зовнішньому вигляду та вазі, повернення на переобку);

- M4, M5 ... M10 - модулі виготовлення, вулканізації, обробки, сортування, маркірування, тощо.

Таких модулів умовно вибрано десять одиниць, кожен з яких має основні дев'ять експлуатаційних характеристик (наприклад кількість включень-виключень на годину, кількість поломок, температурні відхилення, відхилення тиску, кількість відхилень за якістю тощо.), які на схемі технологічного процесу зображені клітинками, що понумеровані від 1 до 9.

M11 - вказує на блок, де відбувається компіляція даних. Стрілки, які направлені від кожного модуля, вказують на те, що інформація про процеси поступає, компілюється та зосереджується у M12 - сервері баз даних, тобто у комп'ютерній системі.

На фіг. 2 зображена матриця конфігурацій, де M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10 - умовна назва технічних об'єктів в таблиці, 1-9 умовний номер експлуатаційної характеристики кожного технологічного модуля. Матриця конфігурацій, це таблиця скомпільованих даних, що характеризують процес реалізований у кожному технологічному модулі за експлуатаційними характеристиками.

На фіг. 3 зображений результат кластерно-спектральної діагностики множини технічних об'єктів - матриця конфігурацій, перегрупована у двох вимірах (і по об'єктах і по характеристиках) з

кластерними деревами, які відображають величину міри "схожості", та розфарбована у вигляді спектральної карти з інтенсивністю кольору пропорційною величині характеристики і розділена на визначену кількість кластерів (кількість кластерів для об'єктів та кількість кластерів для характеристик визначається характером системи, що діагностується).

На фіг. 4 зображений проміжний стан (між фіг. 2. - фіг. 3.) - перегрупована по об'єктах матриця конфігурацій (одномірне групування відбувалося за мірою "схожості") з кластерним деревом, яке відображає величину міри "схожості".

На фіг. 5 зображений проміжний стан (між фіг. 2. - фіг. 3.) - перегрупована по об'єктах матриця конфігурацій (одномірне групування відбувалося за мірою "схожості") з кластерним деревом, яке відображає величину міри "схожості", та розфарбована у вигляді спектральної карти з інтенсивністю кольору пропорційною величині характеристики.

На фіг. 6 зображений проміжний стан (між фіг. 2 - фіг. 3) - матриця конфігурацій, перегрупована у двох вимірах (і по об'єктам і по характеристикам) з кластерними деревами, які відображають величину міри "схожості".

На фіг. 7 зображений проміжний стан (між фіг. 2. - фіг. 3.) - матриця конфігурацій, перегрупована у двох вимірах (і по об'єктам і по характеристикам) з кластерними деревами, які відображають величину міри "схожості", та розфарбована у вигляді спектральної карти з інтенсивністю кольору пропорційною величині характеристики.

Спосіб кластерно-спектральної діагностики множини технічних об'єктів може бути реалізований в різних системах, зокрема, в системі технологічного процесу виготовлення кольорових гумових пластин і формованих деталей для низу взуття та контролю якості (дивись умовну схему технологічного процесу на фіг. 1). Вказана система окремих модулів (M1 - M10) включає комп'ютерну систему (M11 - M12), яка обслуговує базу даних технологічних модулів - технічних об'єктів, за її допомогою ідентифікуються і реєструються динамічні чи статичні характеристики технічних об'єктів, вона компілює інформацію у базу даних на сервері, де формується зважена матриця конфігурацій, а при необхідності, в базу даних вводяться еталонні об'єкти. Такий процес може бути застосований як до паралельно так і послідовно працюючих технічних об'єктів. На фіг. 2 вказана сформована матриця конфігурацій, де M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10 - умовна назва технічних об'єктів відповідає назві стовпчика в таблиці 1 - 9 номера характеристик, відповідають назві рядка в таблиці. Далі провадиться спочатку одновимірною (дивись фіг. 4 та фіг. 5) кластеризація за стовпчиками матриці, а потім двохвимірною кластеризація (дивись фіг. 6 та фіг. 7) одночасно за

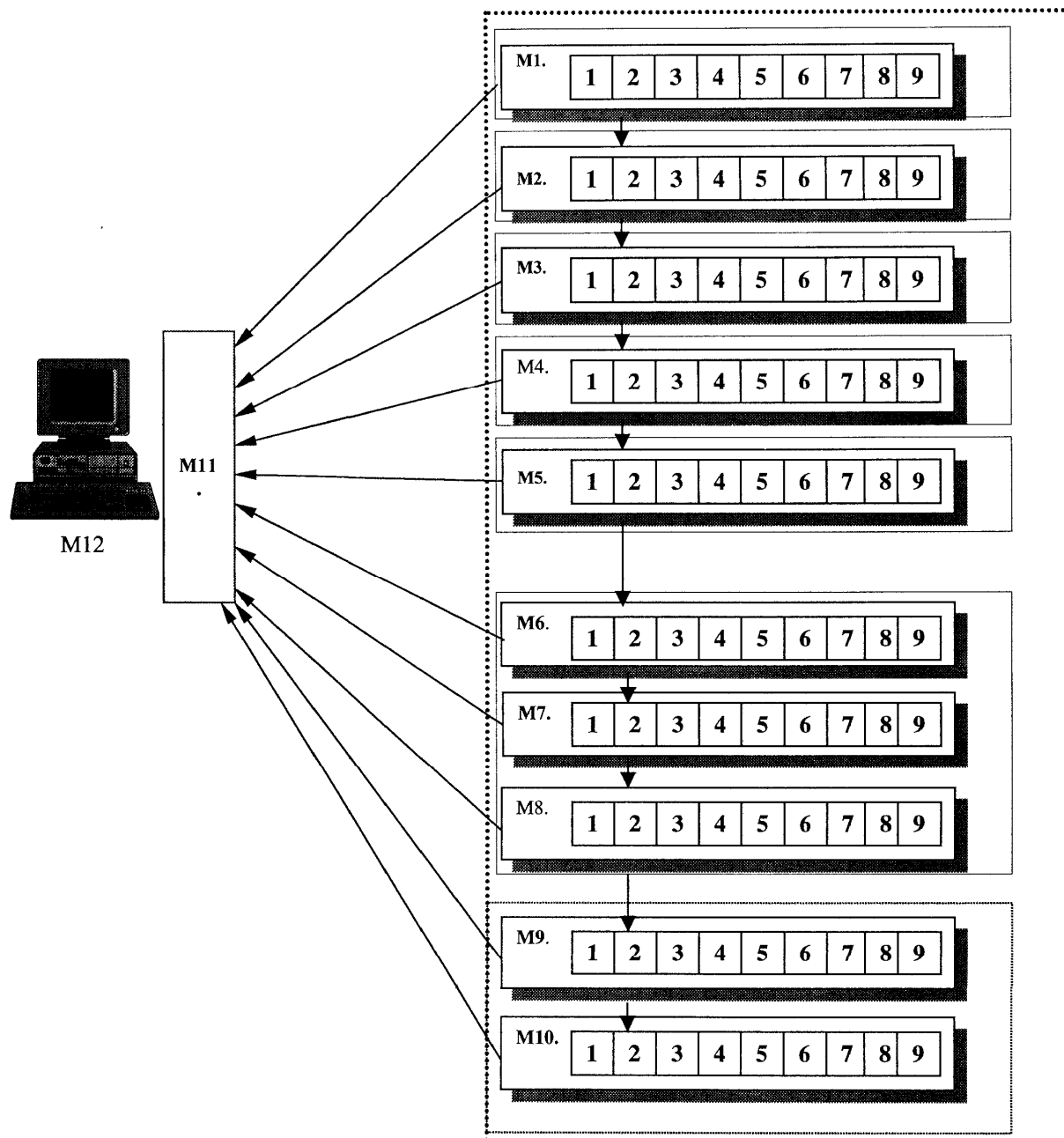
стовпчиками та рядками матриці. За допомогою дискриптивної функції [3] об'єкти групуються у "кластери" за мірою "схожості", при цьому кластерні дерева, які розташовані біля матриці, вказують на близькість чи віддаленість за мірою "схожості". Перегрупована матриця трансформується в спектральну карту шляхом розфарбовування кожної відповідної клітинки кольором з інтенсивністю пропорційною до величини характеристики (дивись фіг. 5 та фіг. 7 відповідно одномірне та двомірне групування). У результаті використання кластерно-спектрального аналізу і візуалізації формується діагностичне зображення, на якому наочно виокремлюються більш «темні» і «світлі» плями, що свідчать про структуру «схожості» і «відмінності» об'єктів і їхніх характеристик. І нарешті, спектральна карта поділяється на частини відповідно до кількості кластерів, що найбільш віддалені один від одного. На фіг. 3. вказано результуюче зображення, яке поділяється на 4x4 кластери відповідно до найбільш віддалених груп технічних об'єктів та їх експлуатаційних характеристик. Це діагностичне зображення дає наочне уявлення про стан чи діяльність кожного з 10 технічних об'єктів, крім того, видно, завдяки яким характеристикам стан технічного об'єкта ближче всього до іншого, чи, можливо, до еталонного.

Таким чином, у порівнянні з прототипом у новому технічному рішенні, а саме:

способі кластерно-спектральної діагностики множини технічних об'єктів додатково формується наочне діагностичне зображення, що характеризує множини технічних об'єктів з визначеними характеристиками, у вигляді спектральної карти із заливкою кольору з доданими кластерними деревами (за бажанням два кластерних дерева, одне по горизонталі, друге по-вертикалі), яке містить більшу "кількість знань", що сприяє підвищенню ефективності та достовірності діагностики множини технічних об'єктів.

Література.

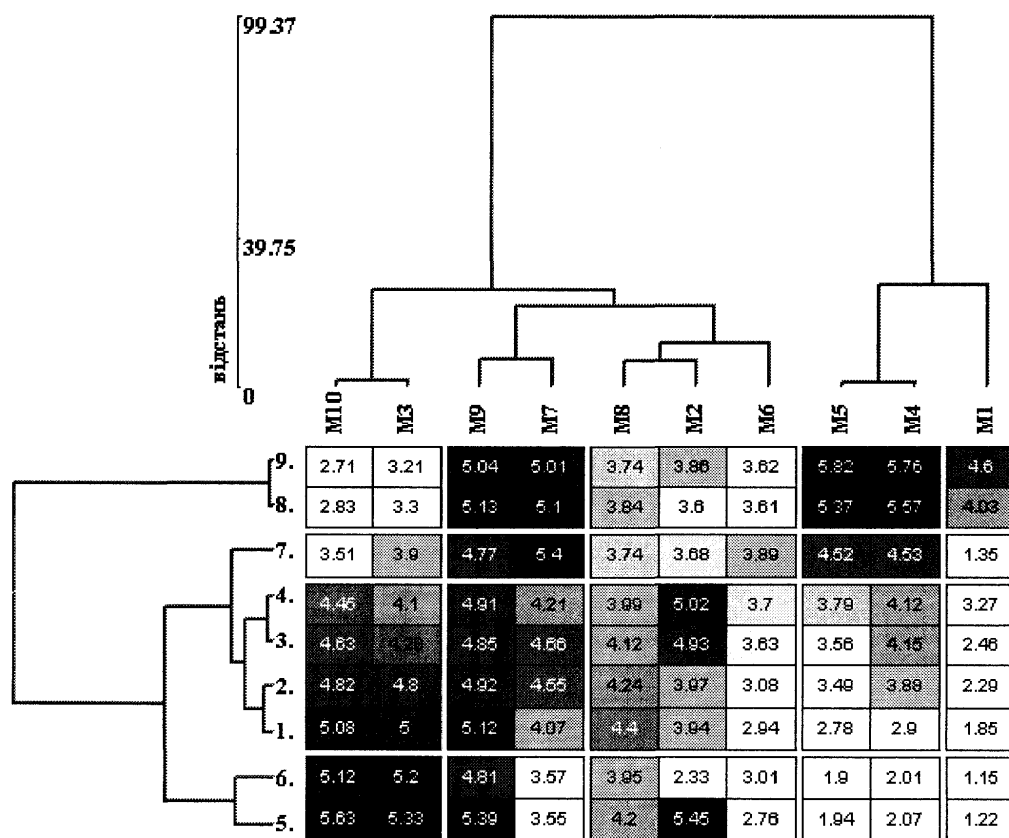
1. 93043781/24 від 31.08.93 6G06F 17/00, БИ. 8, 1996, Москва, Усик Б.А. "Способ диагностирования технических объектов".
2. "Система і спосіб для обчислення характеристик об'єктів з використанням кластерного методу на зваженій матриці конфігурацій". United States Patent 5,914,879, Wang, et al., June 22, 1999, System and method for calculating cluster tool performance metrics using a weighted configuration matrix, Appl. No.: 886824 Filed: March 4, 1997. U.S. Class: 364/468. 18; 702/182 Intern'l Class: G06F 019/00 Field of Search: 364/468.01, 468. 15-468. 16,468. 18,468. 19702/182-185.
3. Дюран Б., Оделл П. Кластерный анализ, М., «Світ», 1977, реалізований у комп'ютерній програмі STATISTICA (фірма США StatSoft, Inc., 98' Edition, Kernel release 5.1 M) Cluster Analysis.



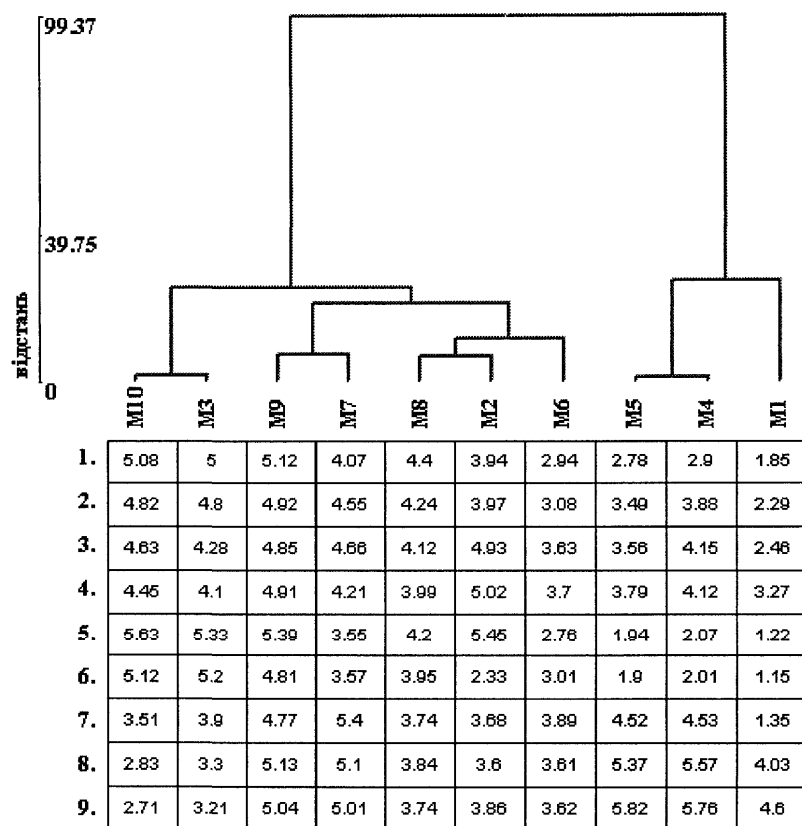
Фиг. 1

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
1.	1,85	3,94	5,00	2,90	2,78	2,94	4,07	4,40	5,12	5,08
2.	2,29	3,97	4,80	3,88	3,49	3,08	4,55	4,24	4,92	4,82
3.	2,46	4,93	4,28	4,15	3,56	3,63	4,66	4,12	4,85	4,63
4.	3,27	5,02	4,10	4,12	3,79	3,70	4,21	3,99	4,91	4,45
5.	1,22	5,45	5,33	2,07	1,94	2,76	3,55	4,20	5,39	5,63
6.	1,15	2,33	5,20	2,01	1,90	3,01	3,57	3,95	4,81	5,12
7.	1,35	3,68	3,90	4,53	4,52	3,89	5,40	3,74	4,77	3,51
8.	4,03	3,60	3,30	5,57	5,37	3,61	5,10	3,84	5,13	2,83
9.	4,60	3,86	3,21	5,76	5,82	3,62	5,01	3,74	5,04	2,71

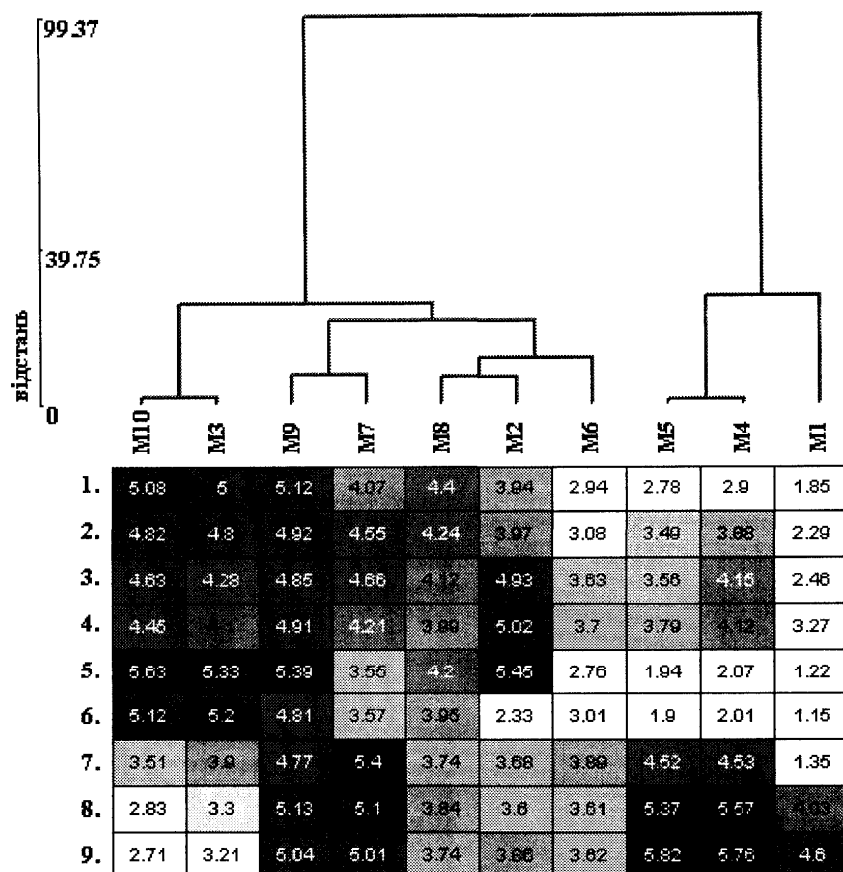
Фиг. 2



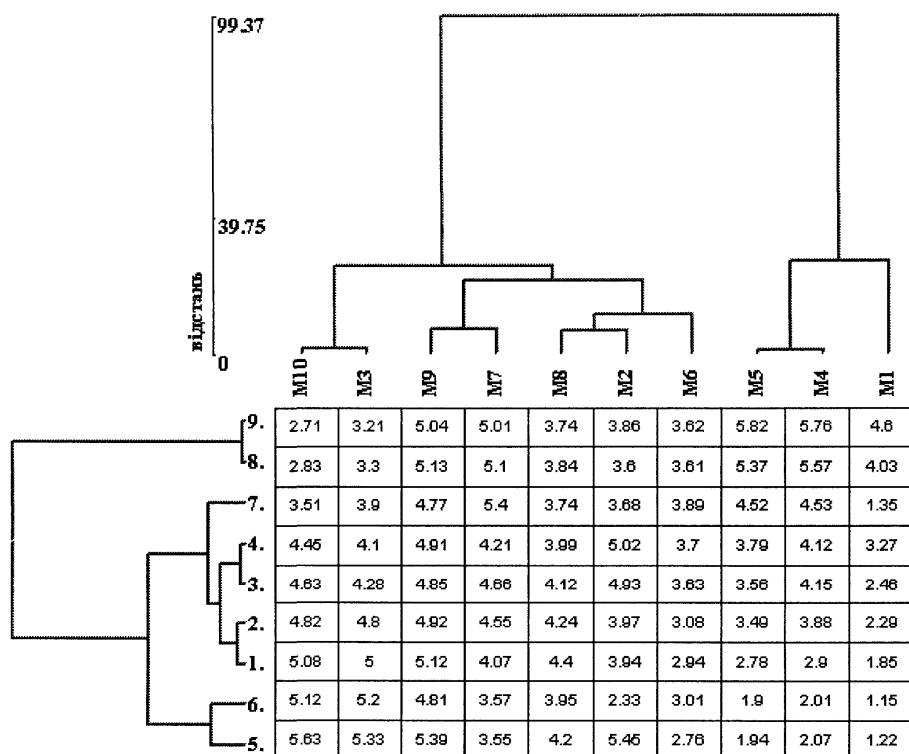
Фіг. 3



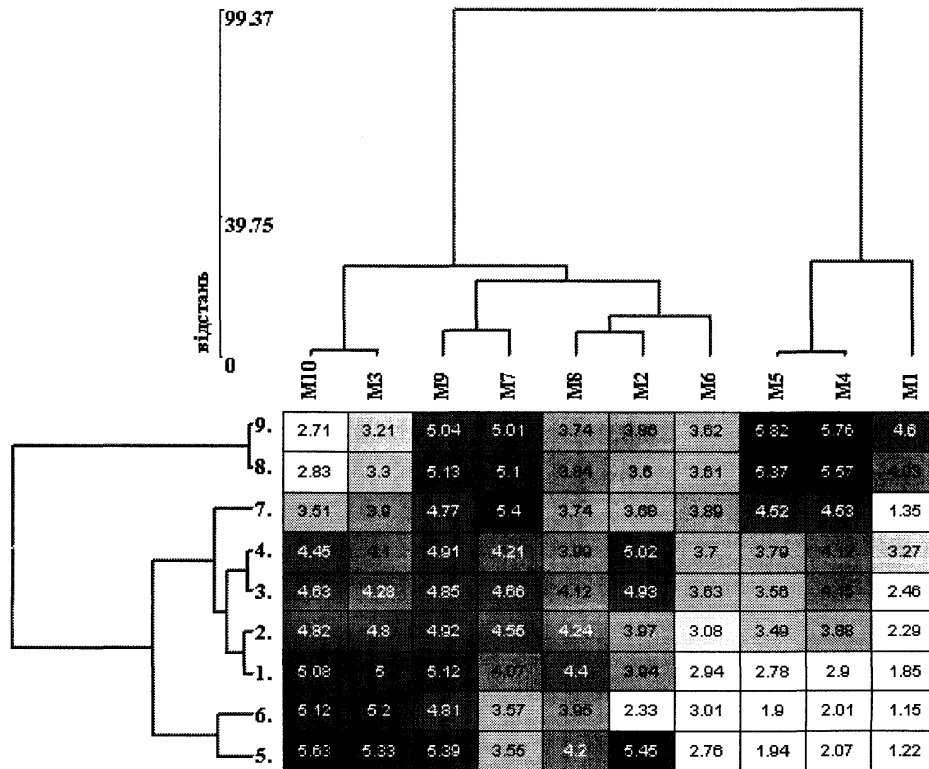
Фіг. 4



Фіг. 5



Фіг. 6



Фіг. 7

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

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

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