



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **151542** (13) **U**
(51) МПК (2022.01)
G06G 7/48 (2006.01)
G06G 7/52 (2006.01)
G06N 5/00
G06Q 10/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

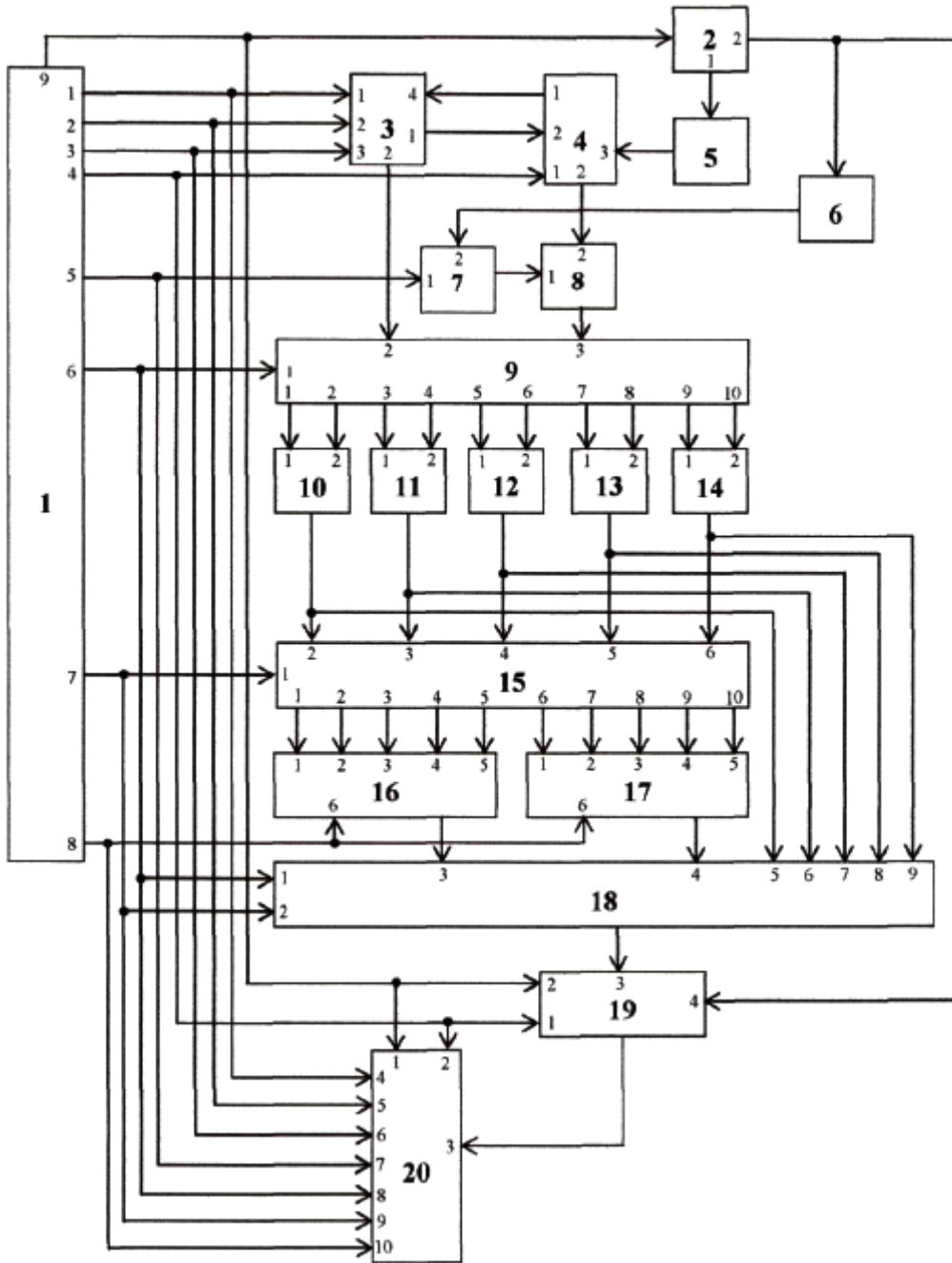
| | |
|---|--|
| <p>(21) Номер заявки: u 2021 06781</p> <p>(22) Дата подання заявки: 29.11.2021</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 11.08.2022</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 10.08.2022, Бюл.№ 32</p> | <p>(72) Винахідник(и): Калюжний Микола Михайлович (UA), Ніколаєв Іван Михайлович (UA), Задонський Олександр Ілліч (UA), Семенець Валерій Васильович (UA), Галкин Сергій Олександрович (UA), Хряпкін Олександр Володимирович (UA), Ковшар Валентин Олександрович (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ, просп. Науки, 14, м. Харків, 61166 (UA)</p> |
|---|--|

(54) ПРИСТРІЙ СТАТИСТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ РОЗПІЗНАВАННЯ РАДІОВИПРОМІНЮВАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

(57) Реферат:

Пристрій статистичного моделювання розпізнавання радіовипромінювальних об'єктів реалізує процес з використанням одного або деякої сукупності алгоритмів (правил прийняття рішень) ймовірного, емпіричного і детермінованого типу, кожен з яких забезпечує розпізнавання заданого алфавіту класів радіовипромінювальних об'єктів за випадковою реалізацією вектора сигнальних ознак заданого складу, числові значення яких формуються з урахуванням заданої точності їх виміру, з подальшим об'єднанням і узгодженням, при необхідності, рішень окремих алгоритмів за допомогою колективу правил прийняття рішень простого або зваженого голосування. Завдяки новій сукупності ознак технічним результатом корисної моделі, що досягається, є забезпечення можливості обґрунтування за результатами статистичного моделювання раціонального вигляду проєктованої системи розпізнавання радіовипромінювальних об'єктів при великих розмірах апріорного алфавіту класів, що розпізнаються, і апріорного словника сигнальних ознак відповідно до умов і вимог, які пред'являються до системи, яка виконує функцію розпізнавання в станції радіомоніторингу.

UA 151542 U



Корисна модель належить до техніки моделювання і може бути використана для оптимізації структури та оцінки показників ефективності проєктованої системи розпізнавання радіовипромінювальних об'єктів за параметрами випромінювання радіоелектронних засобів (РЕЗ) без проведення натурних випробувань.

5 Корисна модель призначена для оптимізації алфавіту розпізнаваних класів (типів) радіовипромінювальних об'єктів, оптимізації словника сигнальних ознак і обґрунтування
необхідної точності їх виміру, вибору раціонального алгоритму розпізнавання
10 радіовипромінювальних об'єктів за параметрами випромінювання РЕЗ, що забезпечує
ефективність розпізнавання заданого алфавіту розпізнаваних класів об'єктів (типів) не нижче
заданого рівня.

Для порівняння різних систем розпізнавання і прогнозування їх характеристик без проведення натурних випробувань використовуються різні пристрої, що дозволяють оцінити ефективність процесу розпізнавання залежно від різних факторів, що впливають на даний процес.

15 Відомий пристрій для моделювання процедури розпізнавання складного динамічного об'єкта на часовому інтервалі [1], що містить генератор багатовимірних послідовностей, виконаний у вигляді багатоканального пристрою матричної структури зі зворотним зв'язком, що має керуючий вхід, $2n$ інформаційних входів і $2n$ інформаційних виходів, інформаційні виходи якого відповідають входам блока сполучення; блок сполучення, що має $2n$ входів і вихід, входи якого
20 відповідають інформаційним виходам генератора багатовимірних послідовностей, вихід якого підключений до одного з входів комутатора; комутатор, що має керуючий вхід, 2 інформаційних входи, а також вихід, інформаційний вхід підключений до виходу блока сполучення, вихід якого підключений до входу блока контролю та лінеаризації передавальних характеристик багатоканальних перетворювачів; блок контролю та лінеаризації передавальних характеристик багатоканальних перетворювачів, виконаний у вигляді пристрою Титова В. Б. для контролю і лінеаризації передавальних характеристик багатоканальних перетворювачів, що має вхід і 2 виходи, вхід підключений до виходу комутатора, вихід підключений до функціонального входу лічильника числа перемикачів; лічильник числа перемикачів, що має керуючий вхід, функціональний вхід і вихід, функціональний вхід підключений до виходу блока контролю та лінеаризації передавальних характеристик, багатоканальних перетворювачів; блок підрахунку тривалості часового інтервалу, що має функціональний вхід, керуючий вхід і вихід, функціональний вхід підключений до виходу лічильника числа перемикачів, керуючий вхід підключений до виходу блока підрахунку тривалості часового інтервалу; блок пам'яті має функціональний вхід, підключений до виходу блока підрахунку тривалості часового інтервалу;
35 блок підрахунку тривалості часового інтервалу має функціональний вхід і вихід.

Принципи роботи даного пристрою полягають в моделюванні процедури розпізнавання і зводяться до реалізації принципу неповного прийняття рішення при оцінці очікуваного впливу шляхом підрахунку числа перемикачів субблока виявлення несправності на часовому інтервалі. Пристрій реалізований шляхом сполучення багатоканального пристрою матричної
40 структури зі зворотним зв'язком і пристрою для контролю і лінеаризації передавальних характеристик багатоканальних перетворювачів.

Таким чином, недоліком відомого пристрою моделювання є неможливість його використання для статистичного моделювання процесу розпізнавання радіовипромінювальних об'єктів за параметрами випромінювань РЕЗ, що обумовлено нездатністю даних пристроїв
45 забезпечити завдання необхідних вхідних даних, формування апріорного і робочого каталогів, які містять еталонні описи апріорного і заданого алфавітів класів (типів) розпізнаваних об'єктів на апріорній і заданій (вибраній) мові сигнальних ознак, формування випадкової реалізації вхідного вектора сигнальних ознак, реалізацію різних алгоритмів розпізнавання і оцінку їх ефективності залежно від різних зовнішніх факторів. Тому відомий пристрій не може бути використаний для автоматизованого рішення задачі оптимізації структури і параметрів проєктованої системи розпізнавання радіовипромінювальних об'єктів за результатами її статистичного моделювання.

Як найближчий аналог вибрано пристрій статистичного моделювання ймовірнісної системи розпізнавання [2].

55 Пристрій містить датчик випадкових чисел, вихід якого з'єднаний з блоком формування розпізнаваних об'єктів, чотири виходи якого з'єднані з чотирма входами блока розпізнавання, також з цими входами з'єднані виходи блока помилок визначення ознак, блока обмеження обсягу апостеріорної інформації і блока помилок апріорного опису класів, вихід блока розпізнавання з'єднаний з входом блока оцінки показника ефективності.

Недоліком пристрою є обмежені функціональні можливості, обумовлені тим, що область застосування даного пристрою обмежується можливістю моделювання тільки одного алгоритму, реалізованого в блоці розпізнавання. Незмінна структура обмежує область його застосування і не дозволяє підвищити достовірність формування вигляду проєктованої системи розпізнавання шляхом зміни виду правила прийняття рішень, що забезпечує задану ймовірність правильного розпізнавання при обмеженнях на розмір алфавіту класів, словника сигнальних ознак і помилок їх вимірювання, обумовлених умовами функціонування проєктованої системи в складі станції радіомоніторингу.

В основу корисної моделі поставлена задача розробка пристрою статистичного моделювання радіовипромінювальних об'єктів, який дозволяє отримувати оцінки ефективності досліджуваних алгоритмів (правил прийняття рішень) в умовах, що максимально відповідають реальним умовам функціонування проєктованої системи розпізнавання.

Для виконання зазначеної задачі запропоновано пристрій статистичного моделювання розпізнавання об'єктів радіовипромінювання, що містить датчик випадкових чисел, вихід якого з'єднано з блоком формування розпізнаваних об'єктів, блок помилок визначення ознак і блок оцінки показника ефективності, в який, згідно з корисною моделлю, додатково введено блок вхідних даних, генератор тактових імпульсів, блок апріорного опису розпізнаваних об'єктів, другий датчик випадкових чисел, блок імітації випадкової реалізації вектора ознак, блок вибору виду алгоритму розпізнавання, блок розпізнавання за критерієм максимуму апостеріорної ймовірності, блок розпізнавання за евристичним алгоритмом, блок розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Махаланобіса, блок розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Евкліда, блок розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Геммінга, блок вибору виду колективу правил прийняття рішень, блок розпізнавання за алгоритмом простого голосування, блок розпізнавання за алгоритмом зваженого голосування, блок комутації виходів блоків розпізнавання та блок відображення і реєстрації, причому 1-й вихід блока вхідних даних з'єднаний з 1-м входом блока апріорного опису розпізнаваних об'єктів і з 4-м входом блока відображення і реєстрації, 2-й вихід блока вхідних даних з'єднаний з 2-м входом блока апріорного опису розпізнаваних об'єктів і з 5-м входом блока відображення та реєстрації, 3-й вихід блока вхідних даних з'єднаний з 3-м входом блока апріорного опису об'єктів, що розпізнаються, і з 6-м входом блока відображення та реєстрації, 4-й вихід блока вхідних даних з'єднаний з 1-м входом блока формування розпізнаваних об'єктів, з 1-м входом блока оцінки показника ефективності та з 2-м входом блока відображення та реєстрації, 5-й вихід блока вхідних даних з'єднаний з 1-м входом блока помилок визначення ознак і з 7-м входом блока відображення та реєстрації, 6-й вихід блока вхідних даних з'єднаний з 1-м входом блока вибору виду алгоритму розпізнавання, з першим входом блока комутації виходів блоків розпізнавання та з 8-м входом блока відображення та реєстрації, 7-й вихід блока вхідних даних з'єднаний з 1-м входом блока вибору виду колективу правил прийняття рішень, з 2-м входом блока комутації виходів блоків розпізнавання та з 9-м входом блока відображення та реєстрації, 8-й вихід блока вхідних даних з'єднаний з 6-м входом блока вибору розпізнавання за алгоритмом простого голосування, з 6-м входом блока вибору розпізнавання за алгоритмом зваженого голосування та з 10-м входом блока відображення та реєстрації, 9-й вихід блока вхідних даних з'єднаний з входом генератора тактових імпульсів, з 2-м входом блока оцінки показника ефективності та з 1-м входом блока відображення та реєстрації, 1-й вихід генератора тактових імпульсів з'єднаний з входом першого датчика випадкових чисел, вихід якого з'єднаний з 3-м входом блока формування розпізнаваних об'єктів, а 2-й вихід першого датчика випадкових чисел з'єднаний з входом другого датчика випадкових чисел і з 4-м входом блока оцінки показника ефективності, 1-й вихід блока формування розпізнаваних об'єктів, з'єднаний з 4-м входом блока апріорного опису розпізнаваних об'єктів, 1-й вихід якого з'єднаний з 2-м входом блока формування розпізнаваних об'єктів, а 2-й вихід блока апріорного опису розпізнаваних об'єктів з'єднаний з 2-м входом блока вибору виду алгоритму розпізнавання, вихід другого датчика випадкових чисел з'єднаний з 2-м входом блока визначення помилок ознак, вихід якого з'єднаний з 1-м входом блока імітації випадкової реалізації вектора ознак, 2-й вихід блока формування розпізнаваних об'єктів, з'єднаний з 2-м входом блока імітації випадкової реалізації вектора ознак, вихід якого з'єднаний з 3-м входом блока вибору виду алгоритму розпізнавання, 1-й та 2-й виходи блока вибору виду алгоритму розпізнавання з'єднані відповідно з 1-м та 2-м входами блока розпізнавання за критерієм максимуму апостеріорної ймовірності, 3-й та 4-й виходи блока вибору виду алгоритму розпізнавання з'єднані відповідно з 1-м та 2-м входами блока розпізнавання за евристичним алгоритмом, 5-й та 6-й виходи блока вибору виду алгоритму розпізнавання з'єднані відповідно з 1-м та 2-м входами блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Махаланобіса, 7-й та 8-й виходи блока вибору виду алгоритму розпізнавання з'єднані відповідно з 1-м та 2-м входами

блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Евкліда, а 9-й та 10-й виходи блока даного блока з'єднані відповідно з 1-м та 2-м входами блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Геммінга, вихід блока розпізнавання за критерієм максимуму апостеріорної ймовірності з'єднаний з 2-м входом блока вибору виду колективу правил прийняття рішень та з 5-м входом блока комутації виходів блоків розпізнавання, вихід блока розпізнавання за евристичним алгоритмом з'єднаний з 3-м входом блока вибору виду колективу правил прийняття рішень і з 6-м входом блока комутації виходів блоків розпізнавання, вихід блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Махаланобіса з'єднаний з 4-м входом блока вибору виду колективу правил прийняття рішень та з 7-м входом блока комутації виходів блоків розпізнавання, вихід блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Евкліда з'єднаний з 5-м входом блока вибору виду колективу правил прийняття рішень та з 8-м входом блока комутації виходів блоків розпізнавання, вихід блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Геммінга з'єднаний з 6-м входом блока вибору виду колективу правил прийняття рішень та з 9-м входом блока комутації виходів блоків розпізнавання, 1-й, 2-й, 3-й, 4-й та 5-й виходи блока вибору виду колективу правил прийняття рішень з'єднані відповідно з 1-м, 2-м, 3-м, 4-м та 5-м входами блока розпізнавання за алгоритмом простого голосування, вихід якого з'єднаний з 3-м входом блока комутації виходів блоків розпізнавання, а 6-й, 7-й, 8-й, 9-й та 10-й виходи блока вибору виду колективу правил прийняття рішень з'єднані відповідно з 1-м, 2-м, 3-м, 4-м та 5-м входами блока розпізнавання за алгоритмом зваженого голосування, вихід якого з'єднаний з 4-м входом блока комутації виходів блоків розпізнавання, вихід якого з'єднаний з 3-м входом блока оцінки показника ефективності, вихід якого з'єднаний з 3-м входом блока відображення та реєстрації.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де відображена загальна схема реалізації запропонованого пристрою.

У пристрої, що заявляється, перший вихід блока вхідних даних 1 з'єднаний з першим входом блока апріорного опису розпізнаваних об'єктів 3 і четвертим входом блока відображення і реєстрації 20, другий вихід блока вхідних даних 1 з'єднаний з другим входом блока апріорного опису розпізнаваних об'єктів 3 і з п'ятим входом блока відображення і реєстрації 20, третій вихід блока вхідних даних 1 з'єднаний з третім входом блока апріорного опису розпізнаваних об'єктів 3 і з шостим входом блока відображення і реєстрації 20, четвертий вихід блока вхідних даних 1 з'єднаний з першим входом блока формування розпізнаваних об'єктів 4, з першим входом блока оцінки показника ефективності 19 і з другим входом блока відображення і реєстрації 20, п'ятий вихід блока вхідних даних 1 з'єднаний з першим входом блока помилок визначення ознак 7 і з сьомим входом блока відображення і реєстрації 20, шостий вихід блока вхідних даних 1 з'єднаний з першим входом блока вибору виду алгоритму розпізнавання 9, з першим входом блока комутації виходів блоків розпізнавання 18 і восьмим входом блока відображення і реєстрації 20, сьомий вихід блока вхідних даних 1 з'єднаний з першим входом блока вибору виду колективу правил прийняття рішень 15, з другим входом блока комутації виходів блоків розпізнавання 18 і дев'ятим входом блока відображення і реєстрації 20, восьмий вихід блока вхідних даних 1 з'єднаний з шостим входом блока розпізнавання за алгоритмом простого голосування 16, з шостим входом блока розпізнавання за алгоритмом зваженого голосування 17 і з десятим входом блока відображення і реєстрації 20, дев'ятий вихід блока вхідних даних 1 з'єднаний з першим входом блока відображення і реєстрації 20, з другим входом блока оцінки показника ефективності 19 і з входом генератора тактових імпульсів 2, перший вихід генератора тактових імпульсів 2 з'єднаний з входом першого датчика випадкових чисел 5, вихід якого з'єднаний з третім входом блока формування розпізнаваних об'єктів 4, другий вихід генератора тактових імпульсів 2 з'єднаний з входом другого датчика випадкових чисел 6 і четвертим входом блока оцінки показника ефективності 19, перший вихід блока формування розпізнаваних об'єктів 4 з'єднаний з четвертим входом блока апріорного опису розпізнаваних об'єктів 3, перший вихід якого з'єднаний з другим входом блока формування розпізнаваних об'єктів 4, а другий вихід блока апріорного опису розпізнаваних об'єктів 3 з'єднаний з другим входом блока вибору виду алгоритму розпізнавання 9, вихід другого датчика випадкових чисел 6 з'єднаний з другим входом блока помилок визначення ознак 7, вихід якого з'єднаний з першим входом блока імітації випадкової реалізації вектора ознак 8, другий вихід блока формування розпізнаваних об'єктів 4 з'єднаний з другим входом блока імітації випадкової реалізації вектора ознак 8, вихід якого з'єднаний з третім входом блока вибору виду алгоритму розпізнавання 9, перший і другий виходи блока вибору виду алгоритму розпізнавання 9 з'єднані відповідно з першим і другим входами блока розпізнавання за критерієм максимуму апостеріорної ймовірності 10, третій і четвертий виходи блока вибору виду алгоритму розпізнавання 9 з'єднані відповідно з першим і другим входами блока розпізнавання за евристичним алгоритмом 11, п'ятий і шостий виходи блока вибору виду алгоритму розпізнавання 9 з'єднані відповідно з

першим і другим входами блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Махаланобіса 1, сьомий і восьмий виходи блока вибору виду алгоритму розпізнавання 9 з'єднані відповідно з першим і другим входами блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Евкліда 13, а дев'ятий і десятий виходи блока вибору виду алгоритму розпізнавання 9 з'єднані відповідно з першим і другим входами блок розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Геммінга 14, вихід блока розпізнавання за критерієм максимуму апостеріорної ймовірності 10 з'єднаний з другим входом блока вибору виду колективу правил прийняття рішень 15 і з п'ятим входом блока комутації входів блоків розпізнавання 18, вихід блока розпізнавання за евристичним алгоритмом 11 з'єднаний з третім входом блока вибору виду колективу правил прийняття рішень 15 та з шостим входом блока комутації входів блоків розпізнавання 18, вихід блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Махаланобіса 12 з'єднаний з четвертим входом блока вибору виду колективу правил прийняття рішень та з сьомим входом блока комутації входів блоків розпізнавання 18, вихід блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Евкліда з'єднаний з п'ятим входом блока вибору виду колективу правил прийняття рішень 15 і восьмим входом блока комутації входів блоків розпізнавання 18, вихід блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Геммінга 14 з'єднаний з шостим входом блока вибору виду колективу правил прийняття рішень 15 і з дев'ятим входом блока комутації входів блоків розпізнавання 18, перший, другий, третій, четвертий і п'ятий виходи блока вибору виду колективу правил прийняття рішень 15 з'єднані відповідно з першим, другим, третім, четвертим і п'ятим входами блока розпізнавання за алгоритмом простого голосування 16, вихід якого з'єднаний з третім входом блока комутації входів блоків розпізнавання 18, шостий, сьомий, восьмий, дев'ятий і десятий виходи блока вибору виду колективу правил прийняття рішень 15 з'єднані відповідно з першим, другим, третім, четвертим і п'ятим входами блока розпізнавання за алгоритмом зваженого голосування 17, вихід якого з'єднаний з четвертим входом блока комутації входів блоків розпізнавання 18, вихід блока комутації входів блоків розпізнавання 18 з'єднаний з третім входом блока оцінки показника ефективності 19, вихід якого з'єднаний з третім входом блока відображення і реєстрації 20.

Пристрій працює наступним чином.

Для проведення моделювання процесу розпізнавання об'єктів радіовипромінювання за їхніми сигнальними ознаками за допомогою блока вхідних даних 1 задаються:

- перелік (алфавіт) класів (типів) об'єктів, що розпізнаються, який з першого виходу блока вхідних даних 1 надходить на перший вхід блока апріорного опису розпізнаваних об'єктів 3 і на четвертий вхід блока відображення і реєстрації 20;

- значення апріорних ймовірностей появи класів (типів) об'єктів, що розпізнаються, які з другого виходу блока вхідних даних 1 надходять на другий вхід блока апріорного опису розпізнаваних об'єктів 3 і п'ятий вхід блока відображення і реєстрації 20;

- перелік (словник) ознак об'єктів, що з третього виходу блока вхідних даних 1 надходить на третій вхід блока апріорного опису розпізнаваних об'єктів 3 та на шостий вхід блока відображення і реєстрації 20;

- номер класу (типу) об'єкта, який з четвертого виходу блока вхідних даних 1 надходить на перший вхід блока формування розпізнаваних об'єктів 4, перший вхід блока оцінки показника ефективності 19 і на другий вхід блока відображення і реєстрації 20;

- значення середньоквадратичних помилок (СКП) вибраних ознак, які з п'ятого виходу блока вхідних даних 1 надходять на перший вхід блока помилок визначення ознак 7 та на сьомий вхід блока відображення і реєстрації 20;

- номер (вид) досліджуваного алгоритму (з числа алгоритмів, реалізованих у пристрої), який з шостого виходу блока вхідних даних 1 надходить на перший вхід блока вибору виду алгоритму розпізнавання 9, перший вхід блока комутації входів блоків розпізнавання 18 і на восьмий вхід блока відображення і реєстрації 20;

- номер (вид) алгоритму колективного рішення, який з сьомого виходу блока вхідних даних 1 надходить на перший вхід блока вибору виду колективу правил прийняття рішень 15, на другий вхід блока комутації входів блоків розпізнавання 18 та на дев'ятий вхід блока відображення і реєстрації 20;

- значення вагових коефіцієнтів, які з восьмого виходу блока вхідних даних 1 надходять на шостий вхід блока розпізнавання за алгоритмом простого голосування 16, на шостий вхід блока розпізнавання за алгоритмом зваженого голосування 17 і на десятий вхід блока відображення і реєстрації 20;

- кількість (число) статистичних випробувань, яке з дев'ятого виходу блока вхідних даних 1 надходить на вхід генератора тактових імпульсів 2, на другий вхід блока оцінки показника ефективності 19 і перший вхід блока відображення і реєстрації 20.

Блок апіорного опису розпізнаваних об'єктів 3 містить апіорний каталог еталонних описів всіх класів (типів) об'єктів радіовипромінювання, який являє собою таблицю типу "об'єкт-властивість". Рядки цієї таблиці позначені назвами класів (типів) об'єктів, що розпізнаються, а стовпці - назвами параметрів випромінювань РЕЗ, що входять в апіорний словник сигнальних ознак. Еталонні описи класів (типів) об'єктів радіовипромінювання в рядках даної таблиці представлені інтервалами можливих значень параметрів випромінювань РЕЗ: $(\alpha_v^{\min}, \alpha_v^{\max})$, де α_v^{\min} і α_v^{\max} - мінімальне і максимальне значення v-го параметра (ознаки). У якості сигнальних ознак в пристрої, що заявляється, можуть використовуватися частота-носії, тривалість і період проходження імпульсів, вид і параметри внутрішньоімпульсної модуляції та інші параметри випромінювань, які можуть бути виміряні сучасними засобами радіомоніторингу.

З надходженням на входи блока апіорного опису розпізнаваних об'єктів 3 даних з відповідних виходів блока вхідних даних 1 даний блок формує таблицю (робочий каталог), рядки якої позначені назвами класів (типів) об'єктів із вибраного (заданого) переліку, а стовпці - назвами параметрів випромінювань РЕЗ із вибраного (заданого) переліку сигнальних ознак. Ця таблиця містить також стовпець, у якому представлені апіорні ймовірності появи класів (типів) об'єктів з вибраного (заданого) списку.

Генератор тактових імпульсів 2 з надходженням на його вхід числа випробувань виробляє серію тактових імпульсів, кількість яких відповідає заданій кількості випробувань, і імпульс запуску процесу моделювання, який з першого виходу даного блока надходить на вхід першого датчика випадкових чисел 5. Тактові імпульси з другого виходу датчика випадкових чисел 5 надходять на вхід другого датчика випадкових чисел 6 і четвертий вхід блока оцінки показника ефективності 19.

Блок формування розпізнаваних об'єктів 4 з надходженням на його перший вхід номера класу (типу) об'єкта, ефективність розпізнавання якого має оцінюватися в даній серії випробувань, виробляє імпульс запиту, який з першого виходу блока формування розпізнаваних об'єктів 4 надходить на четвертий вхід блока апіорного опису розпізнаваних об'єктів 3. Блок апіорного опису розпізнаваних об'єктів 3 зі сформованого каталогу еталонних описів заданого переліку виділяє вектор еталонного опису об'єкта заданого класу (типу), який у вигляді сукупності інтервальних значень заданого переліку параметрів (ознак) з першого виходу блока надходить на другий вхід блока формування розпізнаваних об'єктів 4.

Перший датчик випадкових чисел 5 із надходженням на його вхід з першого виходу генератора тактових імпульсів 2 імпульсу запуску моделювання виробляє із рівномірно розподіленого ряду число, яке з виходу датчика випадкових чисел 5 надходить на третій вхід блока формування розпізнаваних об'єктів 4. На підставі цього числа блок формування розпізнаваних об'єктів 4 з граничних значень сигнальних ознак, що утворюють вектор еталонного опису об'єкта заданого (вибраного) класу (типу), формує модель об'єкта заданого (вибраного) класу (типу) у вигляді сукупності числових значень параметрів (ознак) відповідно до правила:

$$\alpha_v = \alpha_v^{\min} + (\alpha_v^{\max} - \alpha_v^{\min}) \delta, v = 1, 2, \dots, m,$$

де δ - випадкове число, сформоване за рівномірним законом розподілу в діапазоні (0-1), m - кількість сигнальних ознак.

Числові значення параметрів (ознак) α_v , що являють собою об'єкт, який імітується, піддаються далі випадковому спотворенню відповідно до заданих помилок їх вимірювання. З цією метою другий датчик випадкових чисел 6 з надходженням на його вхід з другого виходу генератора тактових імпульсів 2 першого та кожного наступного тактового імпульсу виробляє із нормально розподіленого ряду число, яке з виходу датчика випадкових чисел 6 надходить на другий вхід блока помилок визначення ознак 7. На підставі цього числа блок помилок визначення ознак 7 для кожного параметра (ознаки) α_v із заданого переліку виробляє випадкову поправку відповідно до правила

$$\Delta \alpha_v[k] = \sigma_v \xi[k], v = 1, 2, \dots, N, k = 1, 2, \dots, n,$$

де ξ - випадкове число, розподілене за нормальним законом з нульовим математичним очікуванням та одиничною дисперсією, σ_v - СКП вимірювання v -ї ознаки (параметра), k - номер такту моделювання, n - задана кількість статистичних випробувань.

Сукупність випадкових поправок, що імітують помилки вимірювання ознак, з виходу блока помилок визначення ознак 7 надходять на перший вхід блока імітації випадкової реалізації вектора ознак 8, який у кожному k -му такті моделювання виробляє випадкову реалізацію вектора ознак шляхом підсумовування значень ознак, сформованих блоком формування

розпізнаваних об'єктів 4, і поправок, сформованих блоком помилок визначення ознак 7, з правилом:

$$\alpha_v[k] = \alpha_v[k] + \Delta\alpha_v[k], \quad v = 1, 2, \dots, N, \quad k = 1, 2, \dots, n,$$

5 Випадкова реалізація вектора ознак, що представляє об'єкт, який імітується, в тому вигляді, в якому його сприймає досліджувана система (алгоритм) розпізнавання, з виходу блока імітації випадкової реалізації вектора ознак 8 надходить на третій вхід блока вибору виду алгоритму розпізнавання 9, на другий вхід якого з виходу блока апіорного опису розпізнаваних об'єктів 3 надходить вектор еталонного опису об'єкта вибраного (заданого) класу (типу) як сукупність граничних значень $(\alpha_v^{\min}, \alpha_v^{\max})$ заданого (вбраного) набору сигнальних ознак.

10 Блок вибору виду алгоритму розпізнавання 9 відповідно до команди, що надійшла на його перший вхід з шостого виходу блока вхідних даних 1, через виходи 1 і 2 здійснює комутацію (підключення) випадкових ознак, що надійшли на його входи еталонного і сформованого вектора, або до першого і другого входів блока розпізнавання за критерієм максимуму апостеріорної ймовірності 10, або через виходи 3 і 4 - до першого і другого входів блока розпізнавання за евристичним алгоритмом 11, або через виходи 5 і 6 - до першого і другого входів блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Махаланобіса 12, або через виходи 7 і 8 - до першого та другого входів блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Евкліда 13, або через виходи 9 і 10 - до першого та другого входів блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Геммінга 14.

20 У пристрої, що заявляється, блок розпізнавання за критерієм максимуму апостеріорної ймовірності 10 реалізує статистичний алгоритм розпізнавання за байєсовським критерієм максимуму апостеріорної ймовірності. Блок розпізнавання за евристичним алгоритмом 11 реалізує емпіричний алгоритм розпізнавання, в основі якого лежить процедура перевірки умов попадання імітованих значень ознак, сформованих у блоці імітації випадкової реалізації вектора ознак 6, у відповідні порогові інтервали ("строби" розпізнавання). Блоки розпізнавання 12, 13 і 14 реалізують алгоритми розпізнавання за критеріями мінімуму відстані Махаланобіса, мінімуму відстані Евкліда та мінімуму відстані Геммінга відповідно.

30 Блоки розпізнавання 10, 11, 12, 13 або 14 відповідно до реалізованого алгоритму в кожному такті моделювання виробляють рішення про належність об'єкта, що імітується, одному з класів (типів) вибраного (заданого) алфавіту.

Рішення про клас (тип) імітованого об'єкта з виходу блока розпізнавання за критерієм максимуму апостеріорної ймовірності 10 надходить на другий вхід блока вибору виду колективу правил прийняття рішень 15 і на п'ятий вхід блока комутації входів блоків розпізнавання 18. Рішення про клас (тип) об'єкта з виходу блока розпізнавання за евристичним алгоритмом 11 надходить на третій вхід блока вибору виду колективу правил прийняття рішень 15 і на шостий вхід блока комутації входів блоків розпізнавання 18. Рішення про клас (тип) об'єкта з виходу блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Махаланобіса 12 надходить на четвертий вхід блока вибору виду колективу правил прийняття рішень 15 і на сьомий вхід блока комутації входів блоків розпізнавання 18. Рішення про клас (тип) об'єкта з виходу блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Евкліда 13 надходить на п'ятий вхід блока вибору виду колективу правил прийняття рішень 15 та на восьмий вхід блока комутації входів блоків розпізнавання 18. Рішення про клас (тип) об'єкта з виходу блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Геммінга 14 надходить на шостий вхід блока вибору виду колективу правил прийняття рішень 15 та на дев'ятий вхід блока комутації входів блоків розпізнавання 18. Блок вибору виду колективу правил прийняття рішень 15 через перший, другий, третій, четвертий і п'ятий виходи здійснює комутацію (підключення) виходів блоків розпізнавання 10, 11, 12, 13 і 14 або їх деякої вибраної (заданої) сукупності відповідно до першого, другого, третього, четвертого та п'ятого входів блока розпізнавання за алгоритмом простого голосування 16, а через шостий, сьомий, восьмий, дев'ятий і десятий виходи - до першого, другого, третього, четвертого та п'ятого входів блока розпізнавання за алгоритмом зваженого голосування 17. У вихідному стані 2-й, 3-й, 4-й, 5-й та 6-й входи блока вибору виду колективу правил прийняття рішень 15 закриті та відкриваються за командою, що надійшла на його перший вхід відповідно з сьомого виходу блока вхідних даних 1.

55 Блок розпізнавання за алгоритмом простого голосування 16 на підставі рішень, сформованих блоками розпізнавання 10, 11, 12, 13 і 14 (або вибраною їх сукупністю), і введених з виходу 8 блока вхідних даних 1 значень вагових коефіцієнтів відповідно до алгоритму простого голосування виробляє колективне рішення про належність об'єкта, що імітується, до одного з класів (типів) радіовипромінюючих об'єктів вибраного (заданого) алфавіту, яке з виходу блока розпізнавання за алгоритмом простого голосування 16 надходить на третій вхід блока комутації входів блоків розпізнавання 18. При цьому задаються однакові значення вагових

коефіцієнтів відповідно до правила: $\mu=1/K$ де $K = 2, 3, 4, 5$ - кількість вибраних блоків розпізнавання з числа реалізованих у пристрої.

Блок розпізнавання за алгоритмом зваженого голосування 17 на підставі рішень, сформованих блоками розпізнавання 10, 11, 12, 13 і 14 (або вибраною їх сукупністю), та введених з виходу 8 блока вхідних даних 1 значень вагових коефіцієнтів, виробляє, відповідно до алгоритму зваженого голосування, колективне рішення про належність імітованого об'єкта до одного з класів (типів) радіовипромінюючих об'єктів вибраного (заданого) алфавіту, яке з виходу даного блока надходить на четвертий вхід блока комутації входів блоків розпізнавання 18. При цьому задаються різні значення вагових коефіцієнтів для рішень, сформованих вибраними блоками розпізнавання 10, 11, 12, 13 або 14, відповідно з правилом: $\sum_{i=1}^K \mu_i = 1$, де $K = 2, 3, 4, 5$ -

кількість вибраних блоків розпізнавання з числа реалізованих у пристрої.

Блок комутації виходів блоків розпізнавання 18 здійснює комутацію (підключення) рішень, сформованих блоками розпізнавання 10, 11, 12, 13 і 14 (або вибраної їх сукупності), або рішень, сформованих блоками розпізнавання 16 або 17 до третього входу блока оцінки показника ефективності 19. У вихідному стані 3-й, 4-й, 5-й, 6-й, 7-й, 8-й та 9-й входи блока комутації входів блоків розпізнавання 18 закриті та відкриваються по командам, що надійшли на його перший та другий входи відповідно з шостого та сьомого виходів блока вхідних даних 1.

Блок оцінки показника ефективності 19 зіставляє номер класу, до якого віднесений імітований об'єкт, вибраний блоком розпізнавання, з "істинним" номером, який задавав блок вхідних даних 1, визначає правильність розпізнавання об'єкта і систематизує відповідну інформацію для підрахунку оцінок ймовірностей правильних і помилкових рішень. Після закінчення процесу моделювання блоком оцінки показника ефективності 19 формуються оцінки умовних ймовірностей правильних і помилкових рішень, які з виходу даного блока надходять на третій вхід блока відображення і реєстрації 20 для реєстрації та відображення спільно з введеними вихідними даними, що задаються блоком вхідних даних 1 перед початком процесу моделювання.

Пристрій моделювання, що заявляється, може працювати в режимах:

1) оцінки ефективності будь-якого одного алгоритму розпізнавання, реалізованих блоків розпізнавання 10, 11, 12, 13 або 14. У цьому режимі відкривається один із входів блока комутації входів блоків розпізнавання 18, який відповідає вибраному алгоритму розпізнавання, через який рішення, сформовані вибраним блоком розпізнавання в кожному такті, надходять безпосередньо на третій вхід блока оцінки показника ефективності 19;

2) оцінки ефективності одного (вибраного) колективу правил прийняття рішень, що реалізуються блоками розпізнавання 16 або 17. У цьому режимі функціонують від двох до п'яти блоків розпізнавання 10, 11, 12, 13 або 14 у різних поєднаннях і один із блоків розпізнавання 16 або 17. При цьому відкриваються 2-й, 3-й, 4-й, 5-й та/або 6-й входи блока вибору виду колективу правил прийняття рішень 15, відповідні вибраним блокам розпізнавання 10, 11, 12, 13 або 14, входи блока розпізнавання за алгоритмом простого голосування 16 або блока розпізнавання за алгоритмом зваженого голосування 17 і відкривається третій або четвертий вхід блока комутації входів блоків розпізнавання 18, відповідний вибраному блоку розпізнавання 16 або 17. Управління комутацією входів блока вибору виду колективу правил прийняття рішень 15, блока розпізнавання за алгоритмом простого голосування 16, блока розпізнавання за алгоритмом зваженого голосування 17 та блока комутації входів блоків розпізнавання 18 здійснюється за командами, що надходять з п'ятого, шостого, сьомого та восьмого виходів блока вхідних даних.

Рішення, сформовані вибраним блоком розпізнавання за алгоритмом простого голосування 16 або блоком розпізнавання за алгоритмом зваженого голосування 17, надходять на третій вхід блока оцінки показника ефективності 19 для підрахунку числа правильних і помилкових рішень щодо належності об'єкта, що імітується, до одного з класів (типів) вибраного алфавіту. З надходженням з другого виходу генератора тактових імпульсів 2 на четвертий вхід блока оцінки показника ефективності 19 останнього тактового імпульсу, блок оцінки показника ефективності 19 виробляє оцінки ймовірностей правильних і помилкових рішень, які з виходу даного блока надходять на третій вхід блока відображення і реєстрації 20 для відображення та реєстрації спільно з вихідними даними блока вхідних даних 1.

При розпізнаванні об'єктів з класу Ω_i оцінкою ймовірності p_i отримання правильного рішення служить відношення кількості правильних визначень $N_{i\text{np}}$ до загального числа випробувань $N_{i\text{np}}$, над об'єктами класу Ω_i , тобто $p_i = N_{i\text{np}}/N_i$. Число випробувань N_i визначається довірчою ймовірністю, що задається при формулюванні завдання дослідження. В результаті генерування випадкових реалізацій сигнальних ознак всіх класів (типів) об'єктів заданого алфавіту для

заданих умов моделювання за допомогою пристрою може бути отримана матриця оцінок ймовірностей правильних і помилкових рішень, діагональні елементи якої характеризують ймовірності правильного розпізнавання, а недіагональні - ймовірності помилок розпізнавання.

5 Пристрій статистичного моделювання, що заявляється, дозволяє досліджувати залежність ефективності проєктованої системи розпізнавання від розмірів і складу алфавітів класів (типів) об'єктів, що розпізнаються, повноти і точності їх апіорного опису, виду, кількості, складу і точності вимірювання сигнальних ознак.

10 Таким чином, в пристрої статистичного моделювання, що заявляється, завдяки новій сукупності істотних ознак, за рахунок зміни умов функціонування пристрою досягається можливість спільної оптимізації структури правила прийняття рішень, алфавіту класів радіовипромінюючих об'єктів, що розпізнаються, і словника сигнальних ознак і визначення тим самим оптимального вигляду проєктованої системи розпізнавання стосовно до прогнозованих умов її функціонування у засобі радіомоніторингу, для якого призначається проєктована система розпізнавання.

15 Реалізація блоків пристрою, що заявляється, відома і не представляє технічно складного завдання, бо більшість сучасних систем моделювання будуються на базі обчислювальної техніки зі спеціалізованим програмним управлінням (див., наприклад, [3]), а приклад реалізації датчика випадкових чисел описано у джерелі [4].

20 Особливість запропонованого технічного рішення полягає в тому, що в кожному сеансі моделювання вибирають один з класифікаторів (алгоритмів розпізнавання) або деяку їх сукупність і оцінюють його (їх) ефективність на заданому числі прогонів пристрою. Після цього замінюють раніше вибраний класифікатор (або їх сукупність) іншим з реалізованих в моделі і повторюють процес моделювання.

25 Вибір кількості та типів класифікаторів (правил прийняття рішень) залежить від призначення станції радіомоніторингу, для якої призначається проєктована система розпізнавання.

30 Пристрій статистичного моделювання, що заявляється, дозволяє без звернення до натурних експериментів вирішувати завдання, які пов'язані з побудовою оптимальних систем розпізнавання об'єктів радіовипромінювання при великих розмірах алфавіту класів, що розпізнаються, і словника сигнальних ознак з урахуванням конкретних умов їх функціонування в засобах радіомоніторингу.

35 Технічним результатом розробки корисної моделі, що заявляється, є забезпечення можливості обґрунтування за результатами статистичного моделювання раціонального вигляду проєктованої системи розпізнавання радіовипромінювальних об'єктів при великих розмірах апіорного алфавіту класів, що розпізнаються, і апіорного словника сигнальних ознак відповідно до умов і вимог, що пред'являються до ефективності функціонування системи, яка виконує функцію розпізнавання в станції радіомоніторингу.

Джерела інформації:

40 1. Устройство для моделирования процедуры распознавания сложного динамического объекта на временном интервале: пат. 2427873 РФ, МПК G05B 17/02; заявл. 22.01.2010, опубл. 27.08.2011, Бюл. № 24. 8 с.

2. Горелик А. Л., Скрипкин В. А. Методы распознавания. М.: Высшая школа, 1989.-232 с.

3. М. П. Мымрин. Конструкция, применение, программирование и ремонт ПЭВМ "Агат". М., Машиностроение, 1990. 304 с.

45 4. Блох Э.Л., Попов О.В., Турин В.Я. Модели источника ошибок в каналах передачи цифровой информации. - М.: Связь, 1971. - 312 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

50 Пристрій статистичного моделювання розпізнавання об'єктів радіовипромінювання, що містить датчик випадкових чисел, вихід якого з'єднано з блоком формування розпізнаваних об'єктів, блок помилок визначення ознак і блок оцінки показника ефективності, який **відрізняється** тим, що додатково містить блок вхідних даних, генератор тактових імпульсів, блок апіорного опису розпізнаваних об'єктів, другий датчик випадкових чисел, блок імітації випадкової реалізації вектора ознак, блок вибору виду алгоритму розпізнавання, блок розпізнавання за критерієм максимуму апостеріорної ймовірності, блок розпізнавання за евристичним алгоритмом, блок розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Махаланобіса, блок розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Евкліда, блок розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Геммінга, блок вибору виду колективу правил прийняття рішень, блок розпізнавання за алгоритмом простого голосування, блок розпізнавання за алгоритмом зваженого голосування, блок комутації виходів блоків розпізнавання та блок відображення і реєстрації, причому 1-й вихід блока вхідних даних

60

з'єднаний з 1-м входом блока апріорного опису розпізнаваних об'єктів і з 4-м входом блока відображення і реєстрації, 2-й вихід блока вхідних даних з'єднаний з 2-м входом блока апріорного опису розпізнаваних об'єктів і з 5-м входом блока відображення та реєстрації, 3-й вихід блока вхідних даних з'єднаний з 3-м входом блока апріорного опису об'єктів, що
5 розпізнаються, і з 6-м входом блока відображення та реєстрації, 4-й вихід блока вхідних даних з'єднаний з 1-м входом блока формування розпізнаваних об'єктів, з 1-м входом блока оцінки показника ефективності та з 2-м входом блока відображення та реєстрації, 5-й вихід блока вхідних даних з'єднаний з 1-м входом блока помилок визначення ознак і з 7-м входом блока відображення та реєстрації, 6-й вихід блока вхідних даних з'єднаний з 1-м входом блока вибору
10 виду алгоритму розпізнавання, з першим входом блока комутації виходів блоків розпізнавання та з 8-м входом блока відображення та реєстрації, 7-й вихід блока вхідних даних з'єднаний з 1-м входом блока вибору виду колективу правил прийняття рішень, з 2-м входом блока комутації виходів блоків розпізнавання та з 9-м входом блока відображення та реєстрації, 8-й вихід блока вхідних даних з'єднаний з 6-м входом блока вибору розпізнавання за алгоритмом простого
15 голосування, з 6-м входом блока вибору розпізнавання за алгоритмом зваженого голосування та з 10-м входом блока відображення та реєстрації, 9-й вихід блока вхідних даних з'єднаний з входом генератора тактових імпульсів, з 2-м входом блока оцінки показника ефективності та з 1-м входом блока відображення та реєстрації, 1-й вихід генератора тактових імпульсів з'єднаний з входом першого датчика випадкових чисел, вихід якого з'єднаний з 3-м входом
20 блока формування розпізнаваних об'єктів, а 2-й вихід першого датчика випадкових чисел з'єднаний з входом другого датчика випадкових чисел і з 4-м входом блока оцінки показника ефективності, 1-й вихід блока формування розпізнаваних об'єктів, з'єднаний з 4-м входом блока апріорного опису розпізнаваних об'єктів, 1-й вихід якого з'єднаний з 2-м входом блока формування розпізнаваних об'єктів, а 2-й вихід блока апріорного опису розпізнаваних об'єктів з'єднаний з 2-м входом блока вибору виду алгоритму розпізнавання, вихід другого датчика
25 випадкових чисел з'єднаний з 2-м входом блока визначення помилок ознак, вихід якого з'єднаний з 1-м входом блока імітації випадкової реалізації вектора ознак, 2-й вихід блока формування розпізнаваних об'єктів з'єднаний з 2-м входом блока імітації випадкової реалізації вектора ознак, вихід якого з'єднаний з 3-м входом блока вибору виду алгоритму розпізнавання, 1-й та 2-й виходи блока вибору виду алгоритму розпізнавання з'єднані відповідно з 1-м та 2-м входами блока розпізнавання за критерієм максимуму апостеріорної ймовірності, 3-й та 4-й виходи блока вибору виду алгоритму розпізнавання з'єднані відповідно з 1-м та 2-м входами блока розпізнавання за евристичним алгоритмом, 5-й та 6-й виходи блока вибору виду алгоритму розпізнавання з'єднані відповідно з 1-м та 2-м входами блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Махаланобіса, 7-й та 8-й виходи блока вибору виду алгоритму розпізнавання з'єднані відповідно з 1-м та 2-м входами блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Евкліда, а 9-й та 10-й виходи блока з'єднані відповідно з 1-м та 2-м
35 входами блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Геммінга, вихід блока розпізнавання за критерієм максимуму апостеріорної ймовірності з'єднаний з 2-м входом блока вибору виду колективу правил прийняття рішень та з 5-м входом блока комутації виходів блоків розпізнавання, вихід блока розпізнавання за евристичним алгоритмом з'єднаний з 3-м входом блока вибору виду колективу правил прийняття рішень і з 6-м входом блока комутації виходів блоків розпізнавання, вихід блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Махаланобіса з'єднаний з 4-м входом блока вибору виду колективу правил прийняття рішень та з 7-м входом
45 блока комутації виходів блоків розпізнавання, вихід блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Евкліда з'єднаний з 5-м входом блока вибору виду колективу правил прийняття рішень та з 8-м входом блока комутації виходів блоків розпізнавання, вихід блока розпізнавання за критерієм мінімуму відстані Геммінга з'єднаний з 6-м входом блока вибору виду колективу правил прийняття рішень та з 9-м входом блока комутації виходів блоків розпізнавання, 1-й, 2-й, 3-й, 4-й та 5-й виходи блока вибору виду колективу правил прийняття рішень з'єднані відповідно з 1-м, 2-м, 3-м, 4-м та 5-м входами блока розпізнавання за алгоритмом простого голосування, вихід якого з'єднаний з 3-м входом блока комутації виходів блоків розпізнавання, а 6-й, 7-й, 8-й, 9-й та 10-й виходи блока вибору виду колективу правил прийняття рішень з'єднані відповідно з 1-м, 2-м, 3-м, 4-м та 5-м входами блока розпізнавання за алгоритмом зваженого голосування, вихід якого з'єднаний з 4-м входом блока комутації виходів блоків розпізнавання, вихід якого з'єднаний з 3-м входом блока оцінки показника ефективності, вихід якого з'єднаний з 3-м входом
55 блока відображення та реєстрації.

