



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **161339** (13) **U**  
(51) МПК (2025.01)

**H04B 1/54** (2006.01)

**H04B 1/56** (2006.01)

**H04B 1/58** (2006.01)

**H04B 3/60** (2006.01)

**G06F 17/00**

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ  
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

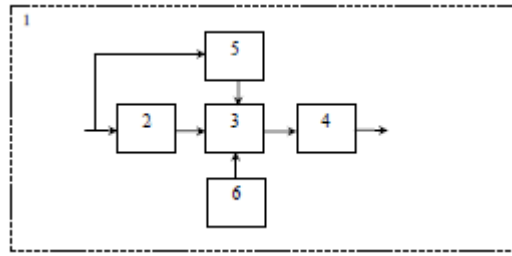
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2025 01384</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>31.03.2025</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>27.11.2025</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>26.11.2025, Бюл.№ 48</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Кашкевич Світлана Олександрівна (UA), Шишацький Андрій Володимирович (UA), Неронов Сергій Миколайович (UA), Плехова Ганна Анатоліївна (UA), Єфименко Олександр Володимирович (UA), Плехов Данило Олександрович (UA), Багмут Роман Борисович (UA), Гурко Олександр Геннадійович (UA), Возниця Анастасія Сергіївна (UA), Пронін Сергій Вікторович (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002 (UA)</b></p> <p>(74) Представник: <b>Азарова Алла Володимирівна</b></p>
---	--

## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОБРОБКИ РІЗНОТИПНИХ ГЕТЕРОГЕННИХ ДАНИХ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

### (57) Реферат:

Пристрій для обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень містить передавальну частину та приймальну частину. Передавальна частина пристрою та приймальна частина пристрою з'єднані між собою послідовно. До його складу введено блок нейронечіткого прийняття рішень, блок прогнозування та блок навчання баз знань. Приймальна частина пристрою з'єднана послідовно з першим входом блока нейронечіткого прийняття рішень. Вихід блока прогнозування з'єднано з другим входом блока нейронечіткого прийняття рішень. Вихід блока навчання баз знань з'єднано з третім входом блока нейронечіткого прийняття рішень. Вихід блока нейронечіткого прийняття рішень з'єднано з входом передавальної частини пристрою.

UA 161339 U



Корисна модель належить до галузі спеціальної техніки, зокрема стосується систем підтримки прийняття рішень. Для системи управління різноманітного призначення є актуальною задачею забезпечення необхідної оперативності та достовірності прийняття рішень.

5 Аналогом корисної моделі є пристрій прийняття рішень, що містить блок аналізу та блок прийняття рішень, зв'язані між собою лінією зворотного зв'язку [1].

До недоліків аналога належить низька оперативність прийняття рішень.

10 Найближчим аналогом корисної моделі є пристрій обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень, що містить передавальну частину пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень та приймальну частину пристрою обробки різнотипних даних в системах підтримки прийняття рішень, що з'єднані між собою послідовно [2].

Недоліком найближчого аналога є низька ефективність адаптації до динамічної зміни навколишньої обстановки та вхідних даних.

15 В основу корисної моделі поставлена задача шляхом додаткового введення до складу пристрою обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень блока нейронечіткого прийняття рішень, блока прогнозування та блока навчання баз знань забезпечити в комплексі підвищення оперативності та достовірності прийняття рішень, можливості адаптації параметрів пристрою обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень до динамічної зміни навколишньої обстановки, забезпечити  
20 можливість прогнозування змін навколишньої обстановки та здійснити корегування бази знань систем підтримки прийняття рішень.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень, що містить передавальну частину та приймальну частину, при цьому передавальна частина пристрою та приймальна частина пристрою з'єднані між собою послідовно, згідно з корисною моделлю, до його складу введено блок нейронечіткого прийняття рішень, блок прогнозування та блок навчання баз знань, при цьому приймальна частина пристрою з'єднана послідовно з першим входом блока нейронечіткого прийняття рішень, вихід блока прогнозування з'єднано з другим входом блока нейронечіткого прийняття рішень, вихід блока навчання баз знань з'єднано з третім входом блока нейронечіткого прийняття рішень, а вихід блока нейронечіткого прийняття рішень з'єднано з входом передавальної частини пристрою.  
25

Рішення технічної задачі в пристрої обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень, дійсно можливе тому, що:

35 - введення блока нейронечіткого прийняття рішень дозволяє забезпечити прийняття достовірних рішень з необхідною оперативністю за рахунок зменшення обчислювальної складності;

- введення блока прогнозування дозволяє забезпечити короткострокове прогнозування змін вихідної обстановки з необхідною оперативністю за рахунок представлення зміни оточуючої обстановки у вигляді часових рядів;

40 - введення блока навчання баз знань дозволяє проводити корегування параметрів баз знань та забезпечити необхідну достовірність прийнятих рішень, проводити корегування помилок, що виникають в ході роботи системи підтримки прийняття рішень.

Корисна модель пояснюється графічним зображенням, на якому показано блок-схему пристрою обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень.

45 Пристрій 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень містить (див. графічне зображення) приймальну 2 частину пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень, блок 3 нейронечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень, передавальну 4 частину пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень та блок 5 прогнозування пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень та блок 6 навчання баз знань пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень.  
50

При цьому в пристрої 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень конструктивні елементи з'єднано між собою таким чином:

55 - вихід приймальної 2 частини пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень з'єднано з першим входом блока 3 нейронечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень;

60 - вихід блока 5 прогнозування пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень з'єднано з другим входом блока 3 нейронечіткого

прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень;

5 - вихід блока 3 нейронечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень з'єднано з входом передавальної 4 частини пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень;

10 - вихід блока 6 навчання баз знань пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень з'єднано з третім входом блока 3 нейронечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень.

Пристрій 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень, працює таким чином.

15 На вхід приймальної 2 частини пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень надходить інформація, яку необхідно обробити, а також ця інформація надходить на вхід блока 5 прогнозування пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень. З виходу приймальної 2 частини пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень інформація для обробки надходить на перший вхід блока 3 нейронечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень, а з виходу блока 5 прогнозування пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень результати прогнозу надходять на другий вхід блока 3 нейронечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень.

25 Суть прогнозування, що відбувається в блоці 5 прогнозування пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень, полягає в представленні динаміки зміни оточуючої обстановки у вигляді часових рядів, а також відповідної екстраполяції зміни оточуючої обстановки на певну кількість часових інтервалів вперед.

30 Основою для роботи блока 3 нейронечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень вибрано метод Rete. Основним недоліком методу Rete є те його робота тільки з чіткими продукціями, що не дозволяє його використовувати при обробці різнотипних гетерогенних даних.

Обробка інформації в блоці 3 нейронечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень має наступну послідовність.

35 Дія 1. Введення вихідних даних.

Дія 2. Формування бази знань (БЗ) з урахуванням невизначеності.

Формальна модель нейронечіткої бази правил буде мати вигляд (1)

$$\{P_n\} = \{\text{Rule}\}, (1)$$

40 де Rule - правило нейронечіткої експертної системи. Кожне правило визначається наступним чином (2)

$$\text{Rule} = \langle C \rightarrow S \rangle, (2)$$

де C - умова правила, S - наслідок правила.

45 Оскільки модель повинна забезпечувати подання граматичної структури правил з різного виду вкладеними умовами, буде використаний рекурсивний механізм опису вузлів і кінцевих вершин дерева умови правила. Параметр C визначається наступним чином (3):

$$\tilde{N} = \langle C_l, R, C_r \rangle, (3)$$

де  $C_l$  - лівий вузол умови правила, R - відношення між вузлами правил,  $C_r$  - правий вузол умови правила.

Далі розглянемо наведені параметри.

50  $C_l = FC_l \parallel \text{Null} \parallel C$ , (4)

$$C_r = FC_r \parallel \text{Null} \parallel C, (5)$$

де  $FC_l$  - ліва кінцева трійка умови правила,  $FC_r$  - права кінцева трійка умови правила.

Формули (4) та (5) дозволяють описати умови з різним ступенем вкладеності.

55  $FC_l = \langle L, Z, W \rangle$ , (6)

$$FC_r = \langle L, Z, W \rangle, (7)$$

де L - лінгвістична змінна, Z - знак умови  $Z = \{<, >, <=, >=, =, !=\}$ ; W - значення умови, яке визначається наступним чином (8):

$$W = L \parallel V, (8)$$

де L - лінгвістична змінна, V - фіксоване значення (9).

$$V = T_i \| \text{const} \quad , (9)$$

де  $T_i$  - значення нечіткої змінної з терм-множин лінгвістичної змінної,  $\text{const}$  - константа. Зазначена модель допускає використання не тільки лінгвістичних змінних, але й класичних змінних. У цьому випадку їх значення може порівнюватися також з константами.  $R$  - множина відношень між вузловими вершинами  $R \subset (C_l \times C_r)$  або  $R: C_l \rightarrow C_r$ .

Аналогічно параметру  $C$  визначається параметр  $S$  - наслідок правила.

$$S = \langle S_l, R, S_r \rangle, \quad (10)$$

де  $S_l$  - лівий вузол наслідку правила,  $R$  - відношення між вузлами наслідку правила,  $S_r$  - правий вузол наслідку правила.

$$S_l = FS_l \| \text{Null} \| S, \quad (11)$$

$$S_r = FS_r \| \text{Null} \| S, \quad (12)$$

де  $FS_l$  - ліва кінцева трійка наслідку правила,  $FS_r$  - права кінцева трійка наслідку правила. Формули (11) та (12) дозволяють описати наслідки з різним ступенем вкладеності.

$$FS_l = \langle L, Op, W \rangle, \quad (13)$$

$$FS_r = \langle L, Op, W \rangle, \quad (14)$$

де  $L$  - лінгвістична змінна,  $Op$  - операція,  $Op = \{=, \neq\}$ ,  $W$  - значення наслідку.

Дія 3. Пошук кінцевих трійок та навчання штучних нейронних мереж (ШНМ).

На даному етапі роботи методу Rete виконується пошук близьких кінцевих трійок у всіх правилах продукційної бази знань. Знайдені відповідності між кінцевими трійками позначаються. У правилах встановлюються посилання такі кінцеві трійки для забезпечення їх одноразової обробки. На відміну від класичних нейронечітких експертних систем, у зазначеній нейронечіткій експертній системі як штучної нейронної мережі пропонується використовувати нейронечітку еволюційну мережу. Також на зазначеному етапі відбувається навчання параметрів та архітектури штучної нейронної мережі.

Розглянемо алгоритм пошуку відповідностей кінцевих трійок дерева рішення.

Вхідні дані: Rule - база правил, представлена у вигляді дерева рішень.

Вихідні дані: Rule' - скорочена база правил, представлена у вигляді дерева рішень. Проміжні дані:  $FC_i$  та  $FC_j$  - поточні кінцеві трійки.

Крок 3.1. Спочатку роботи алгоритму всі кінцеві трійки не помічені (не перевірені),  $m$  - кількість кінцевих трійок. Встановити початкове значення  $i=1$ .

Крок 3.2. Якщо  $i > m$ , то до кроку 3.10.

Крок 3.3. Якщо  $FC_i$  помічена, то  $i=i+1$  та до кроку 3.2.

Крок 3.4. Вибрати  $FC_i$ . Встановити  $j=j+1$ .

Крок 3.5. Якщо  $j > m$ , то помітити  $FC_i$ , як проглянуту кінцеву трійку та перейти до кроку 3.2.

Крок 3.6. Якщо  $FC_j$  помічена, то  $j=j+1$  та до кроку 3.5.

Крок 3.7. Обрати  $FC_j$ . Виконати процедуру перевірки близькості кінцевих вузлів та кінцевих трійок  $FC_i$  та  $FC_j$ .

Крок 3.8. Якщо результат успішний, то додати  $FC_j$  у список відповідностей для  $FC_i$ , п  $FC_j$ , кінцеву трійку, що була перевірена.

Крок 3.9. Визначення помилки навчання. Прийняття рішення щодо навчання ШНМ з урахуванням типу невизначеності.

Крок 3.10. Перейти до кроку 3.2.

Крок 3.11. Кінець.

З виходу блока 6 навчання баз знань пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень на третій вхід блока 3 нейронечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень надходить корегувальна послідовність. Основним функціональним призначенням блока 6 навчання баз знань пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень є корегування синаптичних ваг ШНМ, виду та параметрів функції належності, а також архітектури ШНМ, що покладена в основу функціонування блока 3 нейронечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень.

Оброблена інформація з виходу блока 3 нейронечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень надходить на вхід передавальної 4 частини пристрою 1 обробки різнотипних гетерогенних даних у системах підтримки прийняття рішень для подальшої передачі споживачу.

Підвищення оперативності та достовірності прийняття рішень, можливість прогнозування змін оточуючої обстановки досягається за рахунок введення блока нейронечіткого прийняття рішень пристрою обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття

рішень, блока навчання баз знань пристрою обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень та блока прогнозування пристрою обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень.

Джерела інформації:

- 5 1. Shyshatskyi, A., Dmytriieva, O., Lytvynenko, O., Borysov, I., Vakulenko, Y., Mukashev, T., Mordovtsev, O., Kashkevich, S., Lyashenko, A., Velychko, V. Development of a method for assessing the state of dynamic objects using a combined swarm algorithm. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2024. - Vol. 3, № 4 (129). - P. 44-54. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.304131> - аналог.
- 10 2. A. Koshlan, O. Salnikova, M. Chekhovska, R. Zhyvotovskiy, Y. Prokopenko, T. Hurskyi, A. Yefymenko, Y. Kalashnikov, S. Petruk, A. Shyshatskyi. Development of an algorithm for complex processing of geospatial data in the special-purpose geoinformation system in conditions of diversity and uncertainty of data. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2019. - Vol. 5, № 9 (101). - P. 16-27. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.180197>. - найближчий аналог.

15

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для обробки різнотипних гетерогенних даних в системах підтримки прийняття рішень, що містить передавальну частину та приймальну частину, при цьому передавальна частина пристрою та приймальна частина пристрою з'єднані між собою послідовно, який **відрізняється** тим, що до його складу введено блок нейронечіткого прийняття рішень, блок прогнозування та блок навчання баз знань, при цьому приймальна частина пристрою з'єднана послідовно з першим входом блока нейронечіткого прийняття рішень, вихід блока прогнозування з'єднано з другим входом блока нейронечіткого прийняття рішень, вихід блока навчання баз знань з'єднано з третім входом блока нейронечіткого прийняття рішень, а вихід блока нейронечіткого прийняття рішень з'єднано з входом передавальної частини пристрою.

20

25

