



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **158554** (13) **U**  
(51) МПК

*H04B 1/58* (2006.01)

*H04B 3/60* (2006.01)

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

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

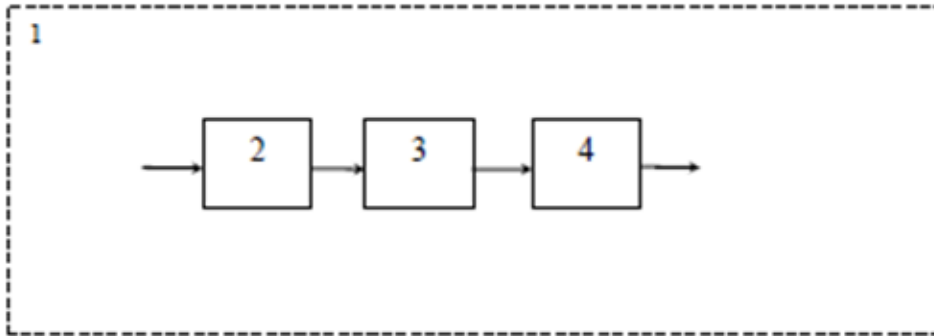
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2024 04614</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>24.09.2024</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>20.02.2025</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>19.02.2025, Бюл.№ 8</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Кашкевич Світлана Олександрівна (UA), Шишацький Андрій Володимирович (UA), Неронов Сергій Миколайович (UA), Плехова Ганна Анатоліївна (UA), Єфименко Олександр Володимирович (UA), Шевченко Вікторія Олександрівна (UA), Попова Анжела Володимірівна (UA), Шаронова Наталія Валеріївна (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ,</b> вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002 (UA), <b>Плехова Ганна Анатоліївна,</b> вул. Мотронінська, 9, м. Харків, 61033 (UA)</p> <p>(74) Представник: <b>Азарова Алла Володимирівна</b></p>
--	--

**(54) ПРИСТРІЙ ОБРОБКИ РІЗНОТИПНИХ ДАНИХ В ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ**

**(57) Реферат:**

Пристрій обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах містить передавальну частину пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі передавача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, та приймальну частину пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі приймача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку. При цьому передавальна частина пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі передавача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, та приймальна частина пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі приймача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, з'єднані між собою послідовно. При цьому до складу пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах додатково введено блок нейро-нечіткого прийняття рішень, який реалізований на базі персональної електронно-обчислювальної машини. Приймальна частина пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі приймача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, з'єднана послідовно з входом блока нейро-нечіткого прийняття рішень, який реалізований на базі персональної електронно-обчислювальної машини. А вихід блока нейро-нечіткого прийняття рішень, який реалізований на базі персональної електронно-обчислювальної машини, з'єднано з входом передавальної частини пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі передавача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку.

UA 158554 U



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

5 Відомий пристрій прийняття рішень, що містить блок аналізу та блок прийняття рішень, зв'язані між собою лінією зворотного зв'язку [1]. До недоліків відомого пристрою прийняття рішень належить низька оперативність прийняття рішень.

10 Найближчим аналогом є пристрій обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що містить передавальну частину пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі передавача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, та приймальну частину пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі приймача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, що з'єднані між собою послідовно [2].

Недоліком найближчого аналога є низька ефективність адаптації до динамічної зміни оперативної обстановки.

15 В основу корисної моделі поставлено задачу шляхом додаткового введення до складу пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах блока нейро-нечіткого прийняття рішень забезпечити в комплексі підвищення оперативності та достовірності прийняття рішень на 20 %, можливості адаптації параметрів пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах до динамічної зміни оперативної обстановки.

20 Поставлена задача вирішується тим, що в пристрої обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що містить передавальну частину пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі передавача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, та приймальну частину пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі приймача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, причому передавальна частина пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі передавача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, та приймальна частина пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі приймача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, з'єднані між собою послідовно, згідно з корисною моделлю, до складу пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах додатково введено блок нейро-нечіткого прийняття рішень, який реалізований на базі персональної електронно-обчислювальної машини, при цьому приймальна частина пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі приймача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, з'єднана послідовно з входом блока нейро-нечіткого прийняття рішень, який реалізований на базі персональної електронно-обчислювальної машини, а вихід блока нейро-нечіткого прийняття рішень, який реалізований на базі персональної електронно-обчислювальної машини, з'єднано з входом передавальної частини пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі передавача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку.

40 Рішення поставленої задачі в заявленому пристрої обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах дійсно можливе тому, що:

45 - введення блока нейро-нечіткого прийняття рішень, що реалізований на персональній електронно-обчислювальній машині дозволяє забезпечити в комплексі підвищення оперативності та достовірності прийняття рішень на 20 %, можливості адаптації параметрів пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах до динамічної зміни оперативної обстановки.

Суть корисної моделі пояснюється за допомогою креслень, де показано блок-схему заявленого пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах.

50 Пристрій 1 обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах 1 містить приймальну 2 частину пристрою 1 обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі приймача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, блок 3 нейро-нечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізований на базі електронно-обчислювальної машини, передавальну 4 частину пристрою 1 обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі передавача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку.

55 При цьому у пристрої 1 обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах конструктивні елементи з'єднано між собою таким чином:

60 - вихід приймальної 2 частини 1 пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі приймача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, з'єднано з входом блока 3 нейро-нечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних

даних в геоінформаційних системах, що реалізований на базі електронно-обчислювальної машини;

5 - вихід блока 3 нейро-нечіткого прийняття рішень 1 пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізований на базі електронно-обчислювальної машини, з'єднано з входом передавальної 4 частини пристрою 1 обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі передавача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку.

Пристрій 1 обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах (що заявляється) працює таким чином.

10 На вхід приймальної 2 частини пристрою 1 обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі приймача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, надходить інформація, яку необхідно обробити. З виходу приймальної 2 частини пристрою 1 обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах інформація, що реалізована на базі приймача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку для обробки, надходить на вхід блока 3 нейро-нечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізований на базі електронно-обчислювальної машини.

15 Основою для роботи блока 3 нейро-нечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізований на базі електронно-обчислювальної машини вибрано метод Rete. Основним недоліком методу Rete є його робота тільки з чіткими продукціями, що не дозволяє його використовувати при обробці різнотипних даних.

Обробка інформації в блоці 3 нейро-нечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізований на базі електронно-обчислювальної машини має наступну послідовність.

25 Дія 1 - Введення вихідних даних.

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

Формальна модель нейро-нечіткої бази правил буде мати вигляд (1)

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

30 де Rule - правило нейро-нечіткої експертної системи. Кожне правило визначається наступним чином (2)

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

де C - умова правила, S - наслідок правила.

35 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.

40  $C_l = FC_l \parallel Nul \parallel C$ , (4)

$$C_r = FC_r \parallel Nul \parallel C (5)$$

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.

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

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

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

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

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

50  $V = T_i \parallel const$ , (9)

де  $T_i$  - значення нечіткої змінної з терм-множин лінгвістичної змінної,  $const$  - константа. Зазначена модель допускає використання не тільки лінгвістичних змінних, але й класичних змінних. В 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,  $S_r$  -  
 5 правий вузол наслідку правила.

$$S_l = FS_l \parallel Nul \parallel S, \quad (11)$$

$$S_r = FS_r \parallel Nul \parallel S, \quad (12)$$

де  $FS_l$  - ліва кінцева трійка наслідку правила,  $FS_r$  - права кінцева трійка наслідку правила.  
 10 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,  $Op = \{ \{ \_ \} \}$ ,  $W$  - 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  
 15 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 нейро-нечітких експертних систем, в зазначеній нейро-  
 нечіткій експертній системі як штучну нейронну мережу пропонується використовувати нейро-  
 нечітку еволюційну мережу. Також на зазначеному етапі відбувається навчання параметрів та  
 20 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.

25 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  $j=j+1$ .

30 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. Вибрати  $FC_j$ . Виконати процедуру перевірки близькості кінцевих вузлів та кінцевих  
 трійок  $FC_i$  та  $FC_j$ .

35 Крок 3.8. Якщо результат успішний, то додати  $FC_j$  в 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.

Дія 4. Укрупнення відповідностей та навчання ШНМ.

40 На даному етапі виконується рекурсивна процедура перевірки близькості проміжних вузлів  
 дерев рішень. Дана процедура забезпечує укрупнення відповідностей між умовами в правилах  
 бази знань. Також на зазначеному етапі відбувається навчання архітектури та параметрів ШНМ.

Далі розглянемо алгоритм пошуку укрупнення знайдених відповідностей.

45 Вхідні данні: Rule' - скорочена база правил, представлена у вигляді дерева рішень, з  
 об'єднаними однаковими кінцевими трійками.

$S_p$  - список кінцевих трійок, для яких знайдені відповідності;  $k$  - кількість елементів у списку

$S_p$ .  $S_{pi}$  - список кінцевий трійки  $FC_i$ , що містить відповідні їй кінцеві трійки з індексами;  $k_i$  -  
 кількість елементів у списку  $S_{pi}$ .

Вихідні данні: Rule" - скорочена база правил, в якій об'єднані всі однакові умови.

Проміжні дані:  $FC_i$  та  $FC_j$  - поточні кінцеві трійки,  $C_i$  та  $C_j$  батьківські вузли для  $FC_i$  та  $FC_j$ . Крок 4.1. Встановити  $i=1$ . Крок 4.2. Вибрати в дереві рішень  $FC_i$ , що знаходиться на  $i$ -му місці в списку  $S_p$ . Крок 4.3. Встановити  $j=1$ .

Крок 4.4. Вибрати зі списку  $S_{pi}$  кінцеву трійку  $FC_j$ , що знаходиться на  $j$ -му місці. Вилучити батьківські вузли  $C_i$  та  $C_j$  для  $FC_i$  та  $FC_j$ .

Крок 4.5. Виконати рекурсивну процедуру перевірки проміжних вузлів  $C_i$  та  $C_j$ .

Крок 4.6. Якщо результат функції успішний, встановити відповідність між вузлами  $C_i$  та  $C_j$ , інакше перейти до кроку 4.7.

Крок 4.7.  $j=j+1$ . Якщо  $j>k$ , то до кроку 4.8, інакше до кроку 4.4.

Крок 4.8.  $i=i+1$ . Якщо  $i>k$ , то до кроку 4.10, інакше до кроку 4.2.

Крок 4.9. Визначення помилки навчання. Прийняття рішення щодо навчання ШНМ з урахуванням типу невизначеності.

Крок 4.10. Кінець. Дія 5. Перевірка метрики оцінки близькості та визначення помилки навчання ШНМ.

На зазначеному етапі відбувається визначення метрики близькості отриманих рішень та визначення помилки навчання з метою прийняття управлінських рішень. Оброблена інформація з виходу блока 3 нейро-нечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізований на базі електронно-обчислювальної машини надходить на вхід передавальної 4 частини пристрою 1 обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі передавача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку для подальшої передачі споживачу.

Забезпечення в комплексі підвищення оперативності та достовірності прийняття рішень на 20 %, можливості адаптації параметрів пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах до динамічної зміни оперативної обстановки за рахунок додаткового введення блоку нейро-нечіткого прийняття рішень пристрою 1 обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах.

Джерела інформації:

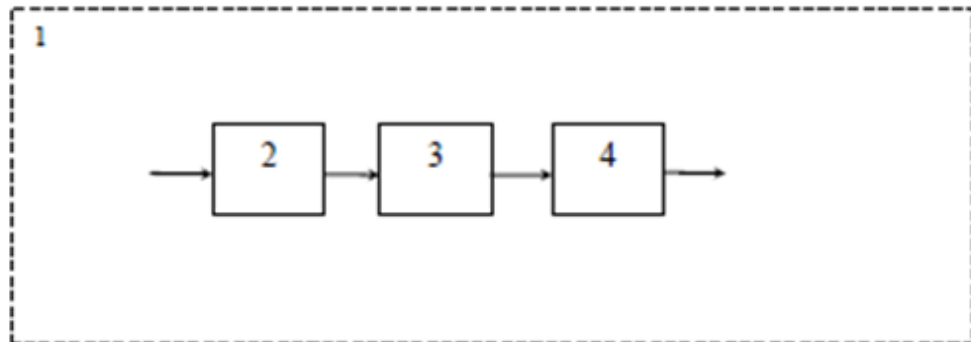
1. Kashkevich, S., Dmytriieva, O., Trotsko, O., Shknai, O., Shyshatskyi, A. Mathematical model of information conflict of information networks. ScienceRise, 2024. - № 1. - P. 3-13. doi: <http://doi.org/10.21303/2313-8416.2024.003395>. - аналог.

2. A. Koshlan, O. Salnikova, M. Chekhovska, R. Zhyvotovskiy, Y. Prokopenko, T. Hurskiy, 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>. прототип.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що містить передавальну частину пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі передавача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, та приймальну частину пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі приймача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, причому передавальна частина пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі передавача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, та приймальна частина пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі приймача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, з'єднані між собою послідовно, який **відрізняється** тим, що до складу пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах додатково введено блок нейро-нечіткого прийняття рішень, який реалізований на базі персональної електронно-обчислювальної машини, при цьому приймальна частина пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі приймача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку, з'єднана послідовно з входом блока нейро-нечіткого прийняття рішень, який реалізований на базі персональної електронно-обчислювальної машини, а вихід блока нейро-нечіткого прийняття рішень, який реалізований на базі персональної електронно-обчислювальної машини, з'єднано з входом передавальної

частини пристрою обробки різнотипних даних в геоінформаційних системах, що реалізована на базі передавача засобу ультракороткохвильового радіозв'язку.



5