

SCI-CONF.COM.UA

THE WORLD OF SCIENCE AND INNOVATION



**PROCEEDINGS OF IX INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
APRIL 7-9, 2021**

**LONDON
2021**

THE WORLD OF SCIENCE AND INNOVATION

Proceedings of IX International Scientific and Practical Conference

London, United Kingdom

7-9 April 2021

London, United Kingdom

2021

UDC 001.1

The 9th International scientific and practical conference “The world of science and innovation” (April 7-9, 2021) Cognum Publishing House, London, United Kingdom. 2021. 794 p.

ISBN 978-92-9472-197-6

The recommended citation for this publication is:

Ivanov I. Analysis of the phaunistic composition of Ukraine // The world of science and innovation. Proceedings of the 9th International scientific and practical conference. Cognum Publishing House. London, United Kingdom. 2021. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/ix-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-the-world-of-science-and-innovation-7-9-aprelya-2021-goda-london-velikobritaniya-arhiv/>.

Editor

Komarytskyy M.L.

Ph.D. in Economics, Associate Professor

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine, Russia and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

e-mail: london@sci-conf.com.ua

homepage: <https://sci-conf.com.ua>

©2021 Scientific Publishing Center “Sci-conf.com.ua” ®

©2021 Cognum Publishing House ®

©2021 Authors of the articles

70.	<i>Матвійчук А. В.</i> СОЦІАЛЬНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ЗАСІБ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУЧАСНОЇ ЕФЕКТИВНОЇ ПОЛІТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ.	470
71.	<i>Микитюк І. В.</i> ВПРОВАДЖЕННЯ ІНКЛЮЗИВНОГО ПІДХОДУ ЯК ЕЛЕМЕНТ СОЦІАЛЬНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ СИСТЕМИ ОСВІТИ В УКРАЇНІ.	475
72.	<i>Михайлов А. І.</i> РЕНТГЕНІВСЬКИЙ АНАЛІЗ ПОКРИТТЯ ЗА СПІВВІДНОШЕННЯМ ІНТЕНСИВНОСТЕЙ НЕКОГЕРЕНТНОГО ТА КОГЕРЕНТНОГО РОЗСПЮВАННЯ.	479
73.	<i>Міхалевський В. Ц., Міхалевська Г. І.</i> ДЕЯКІ МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ.	482
74.	<i>Мосякова І. Ю.</i> АВТОНОМНІСТЬ І ГЕТЕРОНОМНІСТЬ У ПЕДАГОГІЧНІЙ СПАДЩИНІ Г. Г. ВАЩЕНКА.	492
75.	<i>Насибова Чинара Низами кызы</i> ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА РАЗВИТИЯ ЭКСПОРТНОГО ПОТЕНЦИАЛА АГРАРНОЙ ОТРАСЛИ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ.	502
76.	<i>Новрузов Рафиг Манаф оглу</i> РАЗГАДКА «ТАЙНЫ» И. В. БУНИНЫМ.	509
77.	<i>Овсієнко Л. М.</i> АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ В ЗВО.	521
78.	<i>Олійник М. І., Дзюба Н. А.</i> КОЛАГЕН – ЕФЕКТИВНИЙ БІОПРОТЕКТОРНИЙ КОМПОНЕНТ ЇЖІ.	526
79.	<i>Пакулин С. Л., Перебейнос В. Б.</i> УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ДЗЮДОИСТОВ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА.	530
80.	<i>Пінчук Т. С.</i> ФЕНОМЕН ЮРІЯ ЄНЕНКА.	541
81.	<i>Полстяной А. О.</i> ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ СКРАЙБІНГ ПРИ ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІНИ «АНАТОМІЯ ЛЮДИНИ» У ВИЩІЙ МЕДИЧНІЙ ОСВІТІ.	547
82.	<i>Пономаренко О. В., Лецинський О. Л., Лецинська П. О., Баклашко В. І., Феценко О. О.</i> ФРАКТАЛЬНО-СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ДИСКРЕТНИХ СТРУКТУР СТАТИСТИЧНО ОТРИМАНИХ ДАНИХ З СКЛАДНОЮ ЛОКАЛЬНОЮ БУДОВОЮ.	553
83.	<i>Радченко С. М.</i> МЕДИКО-ПСИХОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО РЕАБІЛІТАЦІЇ В ДЕРЖАВНОМУ УПРАВЛІННІ.	562

УДК 681.3

ДЕЯКІ МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Міхалевський Віталій Цезарійович

к.фіз-мат.н, доцент

Міхалевська Галина Іванівна

к.фіз-мат.н, доцент

Хмельницький національний університет,

м.Хмельницький, Україна

Анотація: Розглянуто основні методи математичного моделювання на основі теорії нечіткої логіки. Показано методологію та математичний апарат, що надає можливість ставити та математично обгрунтовано розв'язувати навіть такі задачі, для яких відсутня скільки-небудь повноцінна статистика, або коли серед інформативних факторів є лише якісні показники.

Ключові слова: нейронна мережа, нечітка логіка, нейро-нечіткі технології, терм, лінгвістична змінна.

Шукаючи нові методологічні підходи та методи математичного моделювання складних систем, дослідники дедалі частіше звертають увагу на навколишній світ, живу природу, відкриваючи там нові ідеї. Таким чином і з'явилися методи нейронних мереж, теорії нечітких множин та нечіткої логіки (механізм реалізації формально-логічних мовних конструкцій, що відтворюють процеси мислення людини за допомогою лінгвістичних категорій та логічних правил прийняття рішень), генетичні алгоритми, еволюційне програмування, інтелектуальні методи мультиагентної оптимізації та ін. [1; 2]. Завжди при побудові математичних моделей потрібно дотримуватися правила, згідно з яким із двох моделей з приблизно рівними похибками моделювання рекомендується вибрати ту, яка має більш просту конфігурацію. Нова

економічна парадигма має передбачати застосування такого математичного інструментарію, який надасть можливість здійснювати фінансово-економічний аналіз та прогнозування з урахуванням усієї наявної інформації про об'єкт дослідження (зокрема експертних знань) та проводити ефективно налагодження економіко-математичних моделей на підґрунті реальних статистичних даних [2; 3]. Нейро-нечіткі технології є тим математичним інструментарієм, який з успіхом може бути застосований для розв'язання практично будь-яких економічних задач. Вони являють собою методологію та математичний апарат, що надає можливість ставити та математично обґрунтовано розв'язувати навіть такі задачі, для яких відсутня скільки-небудь повноцінна статистика, або коли серед інформативних факторів є лише якісні показники, забезпечуючи при цьому можливість адаптації економіко-математичних моделей до мінливих умов економіки.

Штучні нейронні мережі – математичний інструментарій, універсальний відтворювач складних нелінійних функціональних залежностей, ґрунтується на принципах роботи біологічних нейронних структур. Цей інструментарій застосовується в таких різноманітних розділах моделювання, як аналіз даних, прогнозування часових рядів, обробка сигналів, розпізнавання образів та багатьох інших завдяки такій важливій особливості, як здатність до навчання на реальній статистиці за участю вчителя або без нього [3]. Придатність нейронних мереж до розв'язання широкого спектра задач, пов'язаних із пошуком прихованих закономірностей у досліджуваних даних, сприяла бурхливому розвитку цього інструментарію та створенню значного різноманіття видів штучних нейромережових структур. Причому для кожного окремого виду нейронних мереж розроблено індивідуальні методи оптимізації параметрів, що враховують їх структуру та особливості функціонування. Так само і мозок людини володіє здатністю до організації власних структурних компонентів – нейронів, аби вони могли виконувати конкретні завдання [3]. Можна виділити основні характеристики функціональних перетворювачів нейронів для застосування цих функцій у конструюванні нейронних мереж.

Лінійна функція активації не здійснює перетворення сигналу – тобто з її застосуванням вихід нейрона буде дорівнювати імпульсу, що отримується на його суматорі:

$$\psi(s) = s = \sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i + b \quad (1)$$

де s – розрахунок суматора нейрона.

Відповідно, лінійна функція активації має вигляд (рис. 1):

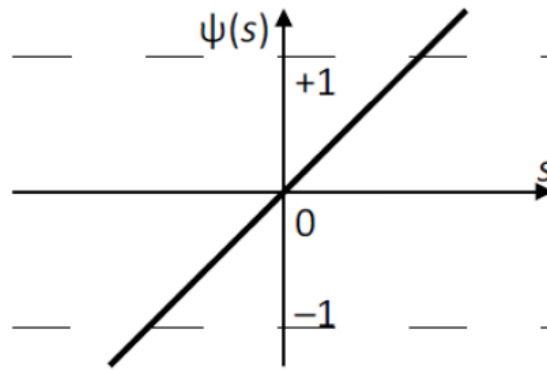


Рис. 1. Лінійна функція активації [3]

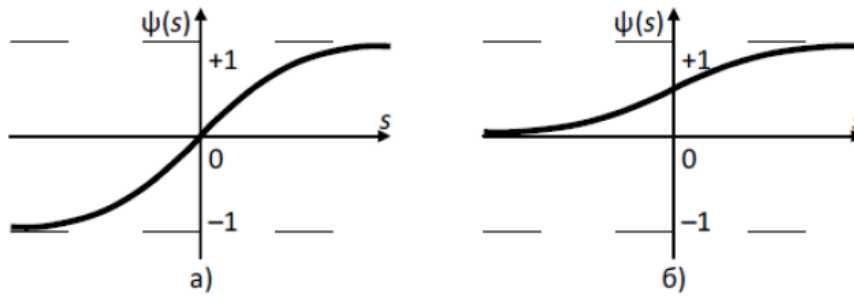
Такий тип функції активації доречно використовувати, наприклад, для нейронів вихідного шару перцептрона, якщо результуюча змінна не має обмежень і може набувати будь-яких значень.

Сигмоїдна функція активації. Будуючи нейронну мережу, важливо забезпечити її здатність до ефективного налаштування параметрів, що можна зробити із застосуванням диференційованих функцій активації. Одна з базових функцій, що часто використовується у конструюванні штучних нейронних мереж, є сигмоїдна, яку аналітично представлено виразами (2) та (3), а графічно – на рис. 2 а), 2 б):

$$\psi(s) = \frac{2}{1+e^{-ks}} - 1 \quad (2)$$

$$\psi(s) = \frac{1}{1+e^{-ks}} \quad (3)$$

де k – коефіцієнт стиснення-розтягування функції вздовж осі абсцис.



**Рис. 2. Сигмоїдні функції активації [3]:
гіперболічний тангенс (а) та логістична (б)**

Коефіцієнт стиснення-розтягування може використовуватися як параметр підсилення. Перевагою застосування сигмоїдної функції як нелінійного елементу є те, що вона має обмеження подібно до порогової функції активації та демонструє поведінку, схожу з природним нейроном. Так, зі зменшенням значення коефіцієнта стиснення-розтягування функція активації стає більш пологою, у граничному випадку (при $k = 0$) набуваючи вигляд прямої на рівні 0 для співвідношення (2) та на рівні 0,5 для (3). Зі збільшенням коефіцієнта k сигмоїдна функція все більше стискається, уподібнюючись до порогової функції активації. При цьому залишається можливість її диференціювання, що дозволяє використовувати градієнтні методи для оптимізації параметрів моделі (зокрема, метод зворотного поширення помилки). Із застосуванням подібної функції активації нейромережа може приймати великі сигнали та залишатися чутливою до слабких змін сигналів. Така функція активації може бути використана як для нейронів проміжних шарів, так і вихідного шару перцептрона. Однак, зважаючи на те, що ця функція має обмежену область значень, то у разі її застосування для вихідного нейрона необхідно забезпечити, щоб і область значень результуючої змінної не виходила за ці границі $[-1; 1]$ для функції активації (2) – рис. 2 а), та $[0; 1]$ для (3) – рис. 2 б). Значення результуючої змінної можна нормалізувати.

Радіально-базисна функція активації теж диференційована, проте має відмінні від сигмоїдних функцій властивості та використовується для розв'язання інших задач. Вона визначається за формулою:

$$\psi(s) = \exp(-ks^2). \quad (4)$$

Графічно радіально-базисну функцію активації (4) подано на рис. 3. Подібна функція активації може використовуватися для розв'язання задач, де значення змінних розподілені за нормальним законом, або в радіально-базисних нейронних мережах. Також ця функція може застосовуватися в картах самоорганізації для зменшення впливу вектора вхідних даних на нейрони, які є більш віддаленими від нейрона-переможця.

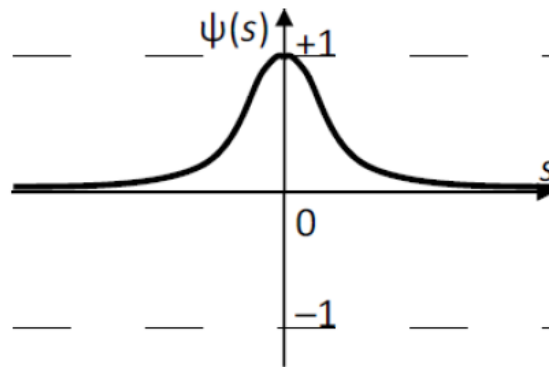


Рис. 3. Радіально-базисна функція активації [3]

Важливо зазначити, що така суттєва перевага нейронних мереж, як паралелізм у виконанні розрахункових обчислень, певною мірою нівелюється нейманівською архітектурою сучасних комп'ютерів, де обробка інформації здійснюється послідовно [1]. Якщо будуть створені комп'ютерні системи, здатні виконувати паралельні обчислення подібно до обробки інформації в людському мозку, можна навіть припустити принципову можливість реалізації систем штучного інтелекту на основі технології штучних нейронних мереж за умови забезпечення одночасної активації великих груп нейронів [2].

Концепція нечіткої множини була сформована у 1965 році Лофті Заде як відповідь на «незадоволеність математичними методами класичної теорії систем, яка спонукала домагатися штучної точності, не властивої багатьом системам реального світу, особливо так званим гуманістичним системам, до складу яких входять люди» [4]. В основі теорії лежить розуміння, що елементи, які утворюють деяку множину та належать їй за певною ознакою, можуть характеризуватися цією ознакою різною мірою та, відповідно, належати до цієї множини з різним ступенем (на відміну від класичної теорії множин, коли елемент або належить деякій множині, або не належить їй).

Із введенням нечітких множин було зроблено спробу формалізації лінгвістичної інформації для побудови математичних моделей. Відповідно, центральним поняттям теорії нечітких множин є поняття лінгвістичної змінної. Згідно з Л. Заде, лінгвістичною називається змінна, значеннями якої є слова або вирази природної чи штучної мови. Прикладом лінгвістичної змінної може бути падіння виробництва в тому випадку, якщо воно набуває не числових, а лінгвістичних значень: незначне, помітне, істотне, катастрофічне. Множина всіх можливих значень лінгвістичної змінної (термів) називається термножиною.

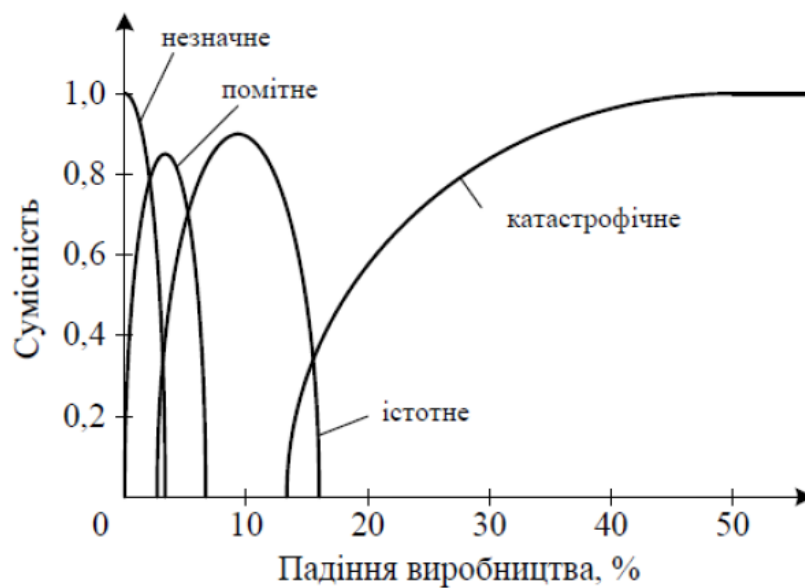


Рис. 4. Сумісність функцій належності [4]

Для лінгвістичної змінної «Падіння виробництва» множина значень може бути сформована з термів {Незначне, Помітне, Істотне, Катастрофічне}. Лінгвістичні значення нечітко характеризують наявну ситуацію та можуть бути отримані в результаті перетворення кількісних даних. Наприклад, падіння виробництва на 3% можна розглядати і деякою мірою як незначне, і в певному ступені як помітне. При цьому міра того, що подібне падіння є катастрофічним, має бути дуже малою, як показано на рис. 4.

Міра такої впевненості може бути встановлена із введенням спеціальної кількісної ознаки, що визначає належність показника падіння виробництва до кожного з його лінгвістичних термів, та розраховується за так званою функцією належності. Функцією належності називається функція $\mu^A(u): U \rightarrow [0; 1]$, яка

дозволяє для довільного елемента u універсальної множини U розрахувати ступінь його належності до нечіткої множини \tilde{A} (яка представляє лінгвістичний терм A). Універсальною множиною U називають повну множину значень, що охоплює всю проблемну область. На рис. 4 універсальною множиною є множина всіх можливих значень показника падіння виробництва (від 0 до 100 %).

Із введенням функції належності теорія нечітких множин розширює класичне канторівське поняття множини, припускаючи, що належність елемента до множини може визначатися будь-яким значенням в інтервалі $[0; 1]$, а не тільки значенням 0 чи 1. Такі множини Заде назвав нечіткими, розмитими (*fuzzy*). Нечіткою множиною \tilde{A} на універсальній множині U називається сукупність пар $(\mu^A(u), u)$, де $\mu^A(u)$ – ступінь належності елемента $u \in U$ нечіткій множині \tilde{A} . Ступінь належності розраховується на основі функції належності та набуває значення в діапазоні $[0; 1]$. Чим вищий ступінь належності, тим більшою мірою елемент універсальної множини відповідає властивостям нечіткої множини.

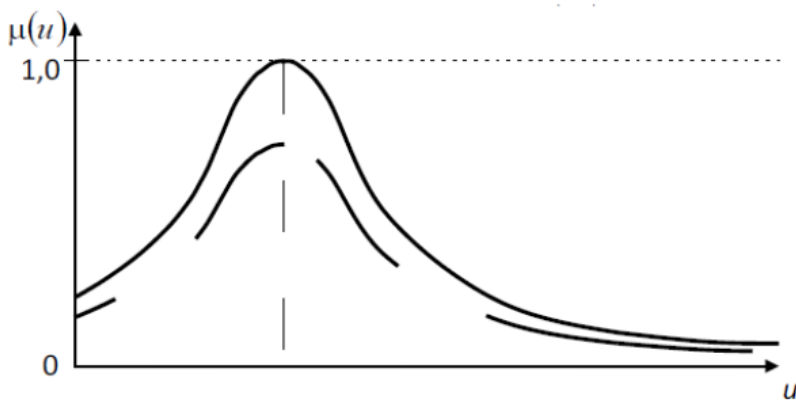


Рис. 5. Функції належності субнормальної (штрихова лінія) та нормалізованої (суцільна лінія) нечітких множин [4]

Нечітка множина називається нормальною, якщо її висота дорівнює одиниці. Нечітка множина, яка не є нормальною, називається субнормальною. На рис. 5 зображено субнормальну нечітку множину (штрихова лінія) та нормальну нечітку множину (суцільна лінія), отриману в результаті проведення процедури нормалізації субнормальної множини. Нечітка множина може бути

опуклою або увігнутою. Проведення розрахунків у теорії нечітких множин ґрунтується на застосуванні функцій належності, які визначають ступінь відповідності довільного елемента універсальної множини нечіткій множині, яка є підмножиною універсальної множини та описується певним лінгвістичним термом. Є декілька загальноприйнятих підходів до побудови функцій належності, які використовуються залежно від того, універсальна множина є дискретною чи неперервною.

Для дискретної універсальної множини U при побудові функцій належності зазвичай застосовуються підходи, згідно з якими всім або окремим елементам $u_i, i = 1, k$, універсальної множини ставлять у відповідність значення функції належності $\mu^A(u_i), i = 1, k$, до нечіткої множини \tilde{A} , утворюючи таким чином сукупність пар $(\mu^A(u), u), i = 1, k$. Встановлення відповідних значень функцій належності зазвичай здійснюється експертно. Для неперервної універсальної множини U функції належності зручно задавати у параметричній формі. У такому випадку побудова функції належності зводиться до вибору виду функції та встановлення її параметрів.

Після аналітичного опису лінгвістичної змінної, встановлення операцій над нечіткими множинами та відношень еквівалентності множин з'являється можливість для використання їх як математичного об'єкта в задачах з неповною інформацією або за умов впливу суб'єктивних чинників.

Однією з відмітних рис систем штучного інтелекту в класичній постановці є використання символічної мови для подання загальних знань про предметну область і конкретних знань про способи вирішення завдання [5]. Відповідно, ключовим моментом у конструюванні інтелектуальних систем є представлення знань, їх інтерпретація та обробка. Оскільки основою систем штучного інтелекту, згідно із загальноприйнятою гіпотезою Ньюелла-Саймона, слугує мова мислення, лінгвістична структура якої характеризується символічним представленням знань, це обґрунтовує доцільність створення для генерування інтелектуальних рішень фізичних символічних систем, одним з найефективніших різновидів яких є моделі на нечіткій логіці. Нечітка логіка є

одним з найбільш адекватних підходів до реалізації штучного інтелекту за принципом «зверху донизу» (семіотичний підхід) шляхом конструювання експертних систем, баз знань і систем логічного висновку, які відтворюють процеси прийняття рішень експертом у предметній області. Так, якщо правила прийняття рішень невідомі, то спочатку можна сформувати всі можливі комбінації з усіх лінгвістичних термів вхідних змінних, які відповідатимуть кожному з термів результуючої змінної [5].

В результаті отримуємо базу знань із $K = m \cdot q_1 \cdot \dots \cdot q_i \cdot \dots \cdot q_n$ правил, де m – кількість лінгвістичних термів результативного показника, q_i – кількість термів i -тої вхідної змінної, а n – кількість вхідних змінних. Далі здійснюється оптимізація моделі на нечіткій логіці тільки за ваговими коефіцієнтами правил прийняття рішень. При цьому на даному етапі всі інші параметри моделі (параметри всіх функцій належності вхідних та результуючої змінних) залишаються незмінними. Після налаштування моделі на реальних даних вагові коефіцієнти вказуватимуть на правила, які коректно здійснюють визначення терму результативного показника на основі заданої комбінації термів вхідних змінних. За результатами такої оптимізації буде проведено відсіювання правил таким чином, щоб кожній умовній частині було поставлено у відповідність лише один висновок, для якого ваговий коефіцієнт виявився найбільшим серед таких самих правил.

Висновки. Нечіткі бази знань є зручним засобом формалізації причинно-наслідкових зв'язків поведінки об'єкта моделювання, оскільки містять описові послідовності щодо його функціонування у вигляді висловлювань природною мовою. Ці висловлювання поєднують вхідні та результуючі показники, задані у вигляді лінгвістичних термів. Методи нечіткої логіки надають можливість здійснювати моделювання будь-яких соціально-економічних систем, навіть для яких відсутня яка-небудь повноцінна статистика, або серед інформативних факторів є лише якісні показники, а також дозволяють враховувати експертні знання у предметній області.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Арнольд В. И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. - М.: МЦНМО, 2013. - 32 с.
2. Вітлінський В. В. Нейро-нечітке моделювання в інтелектуальних системах прийняття рішень / В. В. Вітлінський, А. В. Матвійчук // Моделювання та інформаційні системи в економіці. – К.: КНЕУ, 2008. – Вип. 78. – С. 20–28.
3. Дирк-Эмма Бэстенс, Виллем-Макс ван ден Берг, Дуглас Вуд, Нейронные сети и финансовые рынки: принятие решений в торговых операциях. - М.: ТВП, 1997. - 254 с.
4. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 167 с.
5. Інтелектуальні технології моделювання в інформаційно-аналітичній системі державної податкової служби : монографія / за заг. ред. Л. Л. Тарангул. – К.: Алерта, 2010. – 358 с.