

УДК 165:316.4]:005.311.6

НЕЧІТКА ЛОГІКА ЯК МОДЕЛЬ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Ященко В.М.

e-mail: veronika.yashchenko@nure.ua

Науковий керівник – к. філос. н., доц. Старікова Г.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. СГН,
м. Харків, Україна

This paper explores fuzzy logic as a robust mathematical framework for decision-making under uncertainty, focusing on the formalization of qualitative expert judgment. By analyzing applications in industry, energy, and explainable AI, the study substantiates the role of fuzzy modeling in developing transparent and adaptive systems. Special emphasis is placed on bridging the inherent gap between rigid binary computation and the nuanced cognitive processes of human reasoning. The author concludes that fuzzy logic serves as a transformative scientific paradigm, effectively harmonizing rapid technological progress with ethical and human-centric values.

Актуальні теорії прийняття рішень спрямовані на подолання прірви між жорсткою математичною точністю та реальною неоднозначністю людських міркувань. Пропозиція Лотфі Заде щодо використання нечітких множин ще у минулому столітті відкрила шлях до математичного оперування поняттями, які мають часткову істинність. Замість звичного поділу на істину та хибу, нечітка логіка пропонує інструментарій для опису перехідних станів, де кожен об'єкт належить до конкретної групи лише певною мірою. Відмова від бінарності робить вказану модель засадничою при розробці систем підтримки рішень [1].

Використання лінгвістичних змінних на зразок «високий рівень доходів» або «низька надійність» надає фахівцям можливість формувати правила виведення, що максимально відтворюють когнітивні процеси людини. Поєднання нечіткої логіки з методом аналізу ієрархій приводить до появи дієвого механізму ранжування складних альтернатив через систему вагових коефіцієнтів. Математична обробка експертних оцінок у такий спосіб мінімізує суб'єктивізм та допомагає впорядкувати проблему вибору навіть за умов гострого інформаційного дефіциту. Перетворення вхідних параметрів у конкретні управлінські дії відбувається за відповідною логічною послідовністю.

Розгляд технічних систем через призму нечітких множин створює нові перспективи для безпеки та прогнозування аварійних ситуацій. Управління ризиками вимагає гнучких інструментів моніторингу, здатних розпізнавати загрози на етапі їх зародження, коли стандартні датчики ще не фіксують критичних відхилень. Алгоритми, що спираються на нечіткі правила, дають змогу оцінювати рівень небезпеки як динамічну величину, постійно

змінювану під впливом середовища [2]. Варто підкреслити, що вказана методика сприяє високій адаптивності системи до непередбачуваних факторів, які важко формалізувати класичними методами числових розрахунків.



Рис. 1. Схема нечіткого логічного виведення

Окремим напрямом досліджень виступає інтеграція нечітких моделей у концепцію пояснюваного штучного інтелекту. Прозорість прийнятих рішень виявляється вирішальною у стратегічних галузях, де ціна помилки вимірюється значними втратами. Використання бази правил типу «ЯКЩО – ТО» надає людині-оператору змогу простежити весь шлях формування висновку, що підвищує міру довіри до автоматки [3]. На відміну від популярних методів глибокого навчання, нечіткі моделі не стають «чорною скринькою», а пропонують логічно обґрунтовану послідовність дій, доступну для розуміння фахівцю без глибокої математичної підготовки.

Практичне втілення зазначених теоретичних засад демонструє вагомі результати у сфері сталого розвитку, зокрема при переході на відновлювані джерела енергії. Проблема вибору енергетичної стратегії завжди супроводжується великою кількістю невідомих факторів – від змін клімату до політичних коливань. Впровадження моделей нечіткого прийняття рішень допомагає віднайти баланс між технічними можливостями обладнання, економічною вигодою та екологічними вимогами [4]. Поряд із цим, особливу увагу привертає можливість гібридизації нечітких систем із нейронними мережами. Спрямування зусиль на створення нейро-нечітких структур відкриває шлях до самонавчання алгоритмів без втрати їхньої інтерпретованості. У такий спосіб база правил автоматично коригується під впливом нових даних, зберігаючи прозору логіку для кінцевого користувача. Прагнення максимально наблизити цифрові обчислення до гнучкості людського розуму змушує дослідників шукати нові форми презентації знань. Людська інтуїція зазвичай базується на асоціаціях та узагальненнях, які важко вкласти у рамки нулів та одиниць. Нечітка логіка постає саме тим «перекладачем», що адаптує розпливчастість думок до суворих алгоритмів машини. Здатність моделі працювати з лінгвістичною невизначеністю робить її незамінною у соціальних та психологічних дослідженнях.

Слід також зауважити, що практична цінність нечіткого моделювання виявляється найбільш ваговою у ситуаціях з дефіцитом часу на розрахунки. Класичні статистичні методи часто вимагають тривалого збору великих вибірок, тоді як нечіткі алгоритми оперують наявними експертними знаннями майже миттєво. В умовах кризового управління, де швидкість реакції постає критичною, спроможність системи видавати адекватні рекомендації на основі нечітких оцінок стає вирішальною перевагою. Слід відмітити, що процес калібрування терм-множин стає своєрідним мистецтвом формалізації знань, де кожна деталь впливає на стійкість кінцевого результату. Таким чином, успіх впровадження моделі залежить не лише від потужності техніки, а й від глибини розуміння предметної області самим розробником. Окремий інтерес викликає етичний аспект автоматизованого прийняття рішень. Коли машина бере на себе відповідальність за вибір у медицині чи юриспруденції, вона повинна діяти за правилами, що не суперечать людським моральним цінностям. Нечітка логіка надає можливість закласти у математичну модель поняття «справедливості» або «гуманності» через відповідні лінгвістичні змінні. У такий спосіб формується безпечне інтелектуальне середовище, де технологічний прогрес не йде всупереч принципам людиноцентричності.

Аналізуючи еволюцію згаданої галузі, можна прийти до думки, що нечітка логіка спровокувала справжню зміну наукового світогляду. Раніше ідеал науки вбачався у досягненні абсолютної точності, проте сьогодні приходить розуміння того, що надмірна деталізація часто лише заважає бачити загальну картину. Визнання права на невизначеність як природну властивість світу збагатило методологію досліджень у багатьох дисциплінах – від лінгвістики до квантової фізики. Отже, нечітка логіка перетворилася на фундаментальний прикладний інструментарій для вирішення гострих суперечностей сучасної науки.

Список використаних джерел:

1. Towards Sustainable and Efficient Decision Making: A Fuzzy-Logic-Based Evaluation Framework for Industrial Applications // *Systems*. 2025. Vol. 13, № 9. Art. 825.
2. Савченко О. Г., Шестерненко І. В. Розробка системи нечіткої логіки для оцінювання рівня ризику. *Технічні науки та технології*. 2024. № 1(35).
3. Explainable AI and Fuzzy Logic: Foundations, Methods, and Applications. ed. by T. Senjyu. Cham: Springer, 2024. 450 p.
4. Fuzzy-logic-based decision-making approach for selection of sustainable energy sources / A. Kumar [et al.] // *SN Applied Sciences*. 2024. Vol. 6. Art. 6229.