

## Хмарні ресурси з теорії і методів нечітких множин і нечіткої логіки

Наталія Андріївна Антіпова\*, Олександр Іванович Кулагін<sup>‡</sup>  
Черкаський державний технологічний університет,  
бул. Шевченка, 460, м. Черкаси, Україна, 18006  
LesleyRoot1726@gmail.com\*, saha2510@yandex.ru<sup>‡</sup>

**Анотація.** *Метою дослідження є аналіз наявних у мережі Internet ресурсів інформативно-навчального характеру, пов'язаних з теорією нечіткої логіки, реалізацією її механізмів та застосуванням до розв'язання практичних задач, завдання дослідження – вивчення можливості використання хмарних ресурсів у процесі викладання відповідних дисциплін у ВНЗ, об'єкт дослідження – засоби хмарних ресурсів для підтримки математичних досліджень, предмет – хмарні ресурси з теорії і методів нечітких множин і нечіткої логіки, метод дослідження – теоретичне дослідження.*

У ході дослідження було знайдено та об'єднано в єдиний методичний блок теоретичні матеріали і демонстраційні Web-сервіси із заданої тематики. У результаті було сформовано комплекс навчальних ресурсів, котрі можуть мати позитивний ефект при використанні, зокрема, у процесі дистанційного навчання.

**Ключові слова:** нечітка логіка; система нечіткого логічного виведення; Fuzzy Logic Toolbox; нечіткий контролер; система управління.

### **N. A. Antipova\*, O. I. Kulagin<sup>‡</sup>. Cloud resources on theory and methods of fuzzy sets and fuzzy logic**

**Abstract.** *The research aims to explore the resources of informational and educational nature available on the Internet and related to the theory of fuzzy logic, implementation of its mechanisms and its application to solving practical problems, the task is examine the opportunity of resources use in teaching of the relevant disciplines in higher educational establishments, the object – the cloud resource tools to support mathematical research, the subject – the cloud resources on the theory and methods of fuzzy sets and fuzzy logic, the main research method – a theoretical study.*

Methodological and theoretical materials with demonstrative Web-services dedicated to specified topics were found and combined into a single unit. As a result, it was formed a set of training resources that can have a positive effect during its implementation into the process of distance learning.

**Keywords:** fuzzy logic; fuzzy inference system; Fuzzy Logic Toolbox; fuzzy controller; control system.

**Affiliation:** Cherkasy State Technological University, 460, Shevchenko

Blvd., Cherkasy, 18006, Ukraine.

E-mail: LesleyRoot1726@gmail.com\*, saha2510@yandex.ru<sup>†</sup>.

На сьогодні механізми нечіткої логіки широко використовуються у задачах з умовами невизначеності або із занадто складною формалізацією, і тим більш складними методами розв'язання. При цьому коло проблем, до яких застосовують нечітку логіку, постійно розширюється. До таких проблем, зокрема, належать різноманітні задачі управління, розпізнавання образів, кластеризації, системи із елементами аналізу та прогнозування економічних показників. Тому нечітка логіка вивчається (як окрема дисципліна або на базі іншої) у багатьох ВНЗ, що зумовлює необхідність відшукування ефективних засобів її навчання, до яких належать і хмарні технології.

Основними перевагами хмарних технологій є відсутність проблем, пов'язаних із обмеженням пам'яті та продуктивності обчислювальної техніки, а також з відсутністю необхідності встановлення та підтримки дорогого програмного забезпечення.

У мережі Internet було виявлено велику кількість інформаційних ресурсів, присвячених нечіткій логіці, які можна розподілити, наприклад, за такими типами: теоретичні, методичні, практичні, демонстраційні.

Теоретичні матеріали забезпечують користувача формалізованими даними з розглядуваної теми. Було знайдено теоретичні відомості, оформлені у вигляді курсу для викладання, тобто вони логічно упорядковані для кращого запам'ятовування, включають прості задачі із їх розв'язанням [12]. Окремо слід виділити також і методичні матеріали, котрі є найбільш структурованими та деталізованими відносно того, що вони описують, а це допомагає зрозуміти суть досліджуваних проблем у межах дисципліни, що вивчається.

Окрім теоретичного матеріалу, в мережі міститься багато ресурсів щодо застосування нечіткої логіки у складних практичних задачах різних галузей людської діяльності, до яких наводяться поетапні алгоритми розв'язання. Досить часто такі задачі подаються у відео форматі, що забезпечує краще їх сприйняття.

Наприклад, на сайті MathWorks (компанія, що розробляє прикладне програмне забезпечення, призначене для комп'ютерного моделювання та числових обчислень) розміщено не тільки інструкцію з використання інструменту для роботи з інструментом Fuzzy Logic Toolbox пакету прикладних програм MATLAB, але і наведено приклади його використання у різних сферах: для побудови контролерів на нечіткій логіці з повним описом спроектованої системи та відеодемонстрацією роботи [8], для кластеризації на основі нечітких множин [5]. Тому

користувач отримує не тільки пояснення, як і що робити, але і для чого це все можна застосувати, що є надзвичайно важливим у навчальному процесі.

Усі окреслені джерела утворюють міцну базу для формування курсу викладання нечіткої логіки у ВНЗ. Але, як показує загальна педагогічна практика, для зацікавлення студентів до активного вивчення предмету чи окремої теми необхідно впроваджувати інтерактивні засоби навчання, спрямовані, здебільшого, на візуальне та інтуїтивне сприйняття. Саме такі демонстраційні засоби реалізуються за допомогою хмарних технологій. До цих технологій належать ресурси загального призначення, які дозволяють створювати власні проекти будь-якого спрямування (наприклад Google Cloud Platform), а також сервіси вузького спрямування.

Було досліджено функціонування ресурсів, пов'язаних безпосередньо з предметом дослідження, серед яких варто відмітити засоби, що відображають основні механізми нечіткої логіки (наприклад, різноманітні додатки з можливістю введення вхідних параметрів та виконання основних операцій над нечіткими множинами чи нечіткого логічного виведення [1; 2; 3]), і демонстраційні приклади використання нечіткої логіки у прикладних задачах. Для прикладу можна відзначити такі ресурси, що дозволяють побачити використання нечіткої логіки у задачах з різних галузей:

- реалізація експертної системи нечіткого виведення для розв'язання економічної задачі [9], розроблена у рамках проекту Mathcad Application Server компанії Mathsoft Engineering and Education;

- додаток, що демонструє модель коливання математичного маятника, побудовану на основі нечіткого виведення [6];

- контролер (із використанням навчання системи нечіткого виведення) запобігання розгойдуванню вантажу при роботі підйимального крану [4];

- адаптивна нейро-нечітка система автоматичного регулювання температури навантаження нагріву в агломераційній машині [7].

У Черкаському державному технологічному університеті в рамках проекту «Логістика» [10], що розробляється викладачами, студентами та аспірантами, створюються Web-ресурси, призначені, зокрема, для оцінювання ризику банкрутства підприємства, для оптимізації інвестиційного портфеля на основі нечітких множин і нечіткої логіки.

Також у ЧДТУ створено електронний навчальний курс «Нечіткі моделі і методи в системах прийняття рішень» для магістрантів спеціальності 8.04030302 – моделі і методи прийняття рішень, розміщений у системі електронного навчання ЧДТУ [11].

Отже, можна зробити висновок, що хмарні технології надають можливість не тільки покращити якість викладання нечіткої логіки, але і підібрати специфічний матеріал для різних спеціальностей, при чому все це підкріплюється як теоретичним і методичним забезпеченням, так і Web-орієнтованими програмними продуктами.

### Список використаних джерел

1. Barragán A. J. Fuzzy Logic Tools v. 1.0.3 [Electronic resource] / Antonio Javier Barragán Piña, José Manuel Andújar Márquez, Mariano José Aznar Torres. – 2004-2011. – Available from : <https://goo.gl/N575Bw>.
2. du Bois N. Fuzzy Calculator User version 4 [Electronic resource] / Nico du Bois. – 2001. – Available from : <https://goo.gl/gnv3Qp>.
3. Conceptual Level Design Tool Set [Electronic resource] / Letzte Änderung. – 2014. – Available from : <https://goo.gl/bnMGnw>.
4. Edward Sazonov: A Java Fuzzy Engine Example – Preventing Load Sway [Electronic resource]. – [2005?]. – Available from : [https://web.archive.org/web/20140225053107/http://people.clarkson.edu/~esaazonov/neural\\_fuzzy/loadsway/LoadSway.htm](https://web.archive.org/web/20140225053107/http://people.clarkson.edu/~esaazonov/neural_fuzzy/loadsway/LoadSway.htm).
5. Fuzzy Clustering – MATLAB & Simulink [Electronic resource] / The MathWorks. – 1994-2014. – Available from : <https://goo.gl/NeeYib>.
6. Linder S. P. Fuzzy Pendulum Demon [Electronic resource] / Stephen Paul Linder. – [2004?]. – Available from : <https://goo.gl/EYqCF9>.
7. Shchokin V. P. Automatization of agglomerative production on the base of application of Neuro-Fuzzy controlling systems of the bottom level [Electronic resource] / Vadym Shchokin, Viktoriia Tkachuk // Metallurgical and Mining Industry. – 2014. – No. 6. – P. 32-39. – Access mode : [http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI\\_2014\\_6/7-Shchokin.pdf](http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/7-Shchokin.pdf).
8. Simulating and Deploying Fuzzy Inference Systems [Electronic resource] // Fuzzy Logic Toolbox / The MathWorks, Inc. – 1994-2014. – Access mode : <https://goo.gl/iMkxq7>.
9. Ивановский В. Определение наценок при реализации скоропортящегося товара (типовая задача) [Электронный ресурс] / В. Ивановский, Р. Ивановский // Mathcad Application Server. – 2005. – Access mode : <https://goo.gl/Sdso7y>.
10. Логістика: Головна сторінка [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу : <http://logistics.cdtu.edu.ua>.
11. НММСПР\_М [Електронний ресурс] / Антіпова Наталія, Журавель Катерина Іванівна, Триус Юрій Васильович // Система підтримки дистанційного навчання ФІТІС ЧДТУ. – Режим доступу : <http://ias.cdtu.edu.ua/moodle19-fitis/course/view.php?id=717>.
12. Яхьяева Г. Основы теории нечетких множеств [Электронный

ресурс] / Гульнара Яхьяева ; НОУ «ИНТУИТ». – 2003-2014. – Режим доступа : <https://goo.gl/JMxF8J>.

### References (translated and transliterated)

1. Barragán A. J. Fuzzy Logic Tools v. 1.0.3 [Electronic resource] / Antonio Javier Barragán Piña, José Manuel Andújar Márquez, Mariano José Aznar Torres. – 2004-2011. – Available from : <https://goo.gl/N575Bw>.

2. du Bois N. Fuzzy Calculator User version 4 [Electronic resource] / Nico du Bois. – 2001. – Available from : <https://goo.gl/gnv3Qp>.

3. Conceptual Level Design Tool Set [Electronic resource] / Letzte Änderung. – 2014. – Available from : <https://goo.gl/bnMGnw>.

4. Edward Sazonov: A Java Fuzzy Engine Example – Preventing Load Sway [Electronic resource]. – [2005?]. – Available from : [https://web.archive.org/web/20140225053107/http://people.clarkson.edu/~esaazonov/neural\\_fuzzy/loadsway/LoadSway.htm](https://web.archive.org/web/20140225053107/http://people.clarkson.edu/~esaazonov/neural_fuzzy/loadsway/LoadSway.htm).

5. Fuzzy Clustering – MATLAB & Simulink [Electronic resource] / The MathWorks. – 1994-2014. – Available from : <https://goo.gl/NeeYib>.

6. Linder S. P. Fuzzy Pendulum Demon [Electronic resource] / Stephen Paul Linder. – [2004?]. – Available from : <https://goo.gl/EYqCF9>.

7. Shchokin V. P. Automatization of agglomerative production on the base of application of Neuro-Fuzzy controlling systems of the bottom level [Electronic resource] / Vadym Shchokin, Viktoriia Tkachuk // Metallurgical and Mining Industry. – 2014. – No. 6. – P. 32-39. – Access mode : [http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI\\_2014\\_6/7-Shchokin.pdf](http://www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/7-Shchokin.pdf).

8. Simulating and Deploying Fuzzy Inference Systems [Electronic resource] // Fuzzy Logic Toolbox / The MathWorks, Inc. – 1994-2014. – Access mode : <https://goo.gl/iMkxq7>.

9. Ivanovskii V. Opredelenie natcenok pri realizatsii skoroprotiashchegosia tovara (tipovaia zadacha) [Determination of margins on the sale of perishable goods (typical task)] [Electronic resource] / V. Ivanovskii, R. Ivanovskii // Mathcad Application Server. – 2005. – Access mode : <https://goo.gl/Sdso7y>. (In Russian)

10. Lohistyka: Holovna storinka [Logistic: Main page] [Electronic resource]. – 2013. – Access mode : <http://logistics.cdtu.edu.ua>. (In Ukrainian)

11. NMMSPR\_M [Electronic resource] / Antipova Nataliia, Zhuravel Kateryna Ivanivna, Tryus Yurii Vasylovych // Systema pidtrymky dystantsiinoho navchannia FITIS ChDTU. – Access mode : <http://ias.cdtu.edu.ua/moodle19-fitis/course/view.php?id=717>. (In Ukrainian)

12. Iakhiaeva G. Osnovy teorii nechetkikh mnozhestv [Fundamentals of the theory of fuzzy sets] [Electronic resource] / Gulnara Iakhiaeva ; НОУ «ИНТУИТ». – 2003-2014. – Access mode : <https://goo.gl/JMxF8J>. (In Russian)