

## **ЕКСПЕРТНЕ ОЦІНЮВАННЯ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ**

**Харченко Артем**

**Науковий керівник: доктор історичних наук, професор Ріжняк Р.Я.**

*Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка,  
м. Кропивницький, Україна*

*У даній статті розглянуто проблеми та методи оцінювання рівня академічної доброчесності у різних країнах світу. Розроблено математичну модель оцінювання рівня академічної доброчесності в закладах вищої освіти за допомогою нечіткої логіки типу-2. При цьому модель дозволяє враховувати оцінки різних експертів та враховувати неповноту даних під час моделювання. Розглянуто фактори, що впливають на рівень академічної доброчесності у закладах вищої освіти. Здійснено оптимізацію моделі з урахуванням ієрархічної структури факторів. У роботі наводяться рекомендації щодо удосконалення математичної моделі, зокрема в умовах невизначеності та неповноти даних.*

**Ключові слова:** академічна доброчесність, нечітка логіка типу-2, експертна оцінювання, заклад вищої освіти, освітній процес.

### **Expert assessment of academic integrity in higher education institutions using fuzzy logic**

**A. Kharchenko**

**Scientific supervisor: Doctor of Historical Sciences, Professor Rizhnyak R.Y.**

*Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University, Kropyvnytsky, Ukraine*

*This article examines the problems and methods of assessing the level of academic integrity in different countries around the world. A mathematical model for assessing the level of academic integrity in higher education institutions has been developed using type-2 fuzzy logic. This model allows for considering the evaluations of different experts and taking into account incomplete data during modeling. Factors affecting the level of academic integrity in higher education institutions are discussed. The model has been optimized considering the hierarchical structure of factors. The work provides recommendations for improving the mathematical model, particularly in conditions of uncertainty and incomplete data.*

**Key words:** academic integrity, type-2 fuzzy logic, expert evaluation, higher education institution, educational process.

**Постановка проблеми.** Академічна доброчесність є фундаментальним принципом університетської освіти, що забезпечує якість знань та довіру до наукових досліджень. У зв'язку зі зростаючими викликами, такими як плагіат, академічні обмани та зниження якості освіти, виникає потреба у розробці інноваційних методів оцінки та контролю доброчесності. Використання нечіткої логіки у цьому контексті дозволяє комплексно оцінювати та аналізувати різноманітні аспекти академічної чесності, забезпечуючи більш гнучкий та адаптивний підхід до управління академічною доброчесністю.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Поняття академічної доброчесності в Україні визначає ст. 42 Закону України «Про освіту», який визначає засади забезпечення академічної доброчесності у сфері освіти. Згідно з Законом України «Про освіту», академічна доброчесність – це сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень [1].

Законодавство, яке стосується академічної доброчесності, в різних країнах може варіюватися. У Сполучених Штатах Америки, наприклад, немає законодавства, що регулює академічну доброчесність національно, але багато університетів мають власні кодекси та процедури для розгляду порушень.

В інших країнах, таких як Канада, Велика Британія, Австралія і інші, законодавство та норми академічної доброчесності можуть бути більш конкретно регульовані. Наприклад, вони можуть включати закони, які криміналізують плагіат або інші порушення доброчесності, а також створювати органи, відповідальні за розгляд скарг і порушень [2, 6].

Загалом, академічна доброчесність є важливою складовою освітнього процесу та дослідницької роботи, і вона регулюється як принципами, так і законодавством, які мають захищати інтегритет та чесність академічної спільноти.

Математичні моделі можуть бути корисним інструментом для університетів у виявленні та запобіганні порушенням академічної доброчесності [3].

Експертне оцінювання академічної доброчесності може включати використання математичних моделей для аналізу даних про академічні порушення, що допомагає у визначенні тенденцій, прогнозуванні ризиків, та розробці стратегій запобігання. Математичні моделі в такому контексті можуть варіюватися від статистичних аналізів до складніших алгоритмічних або машинного навчання моделей, які використовуються для виявлення аномалій або визначення шаблонів поведінки.

Наприклад модель зрілості академічної доброчесності (AIMM) є концептуальною моделлю, яка дозволяє освітнім установам оцінювати та вдосконалювати свої зусилля у сфері академічної доброчесності [4]. Вона включає кілька рівнів, кожен з яких відображає більш глибоке розуміння та застосування принципів доброчесності в академічній практиці.

**Об'єктом дослідження** є процеси оцінювання академічної доброчесності в закладах вищої освіти. Це включає механізми виявлення та запобігання порушень, а також системи оцінювання чесності та прозорості академічної діяльності студентів і викладачів.

**Предметом дослідження** є методики та інструменти, засновані на нечіткій логіці, для оцінювання академічної доброчесності. Це охоплює розробку та аналіз алгоритмів, які можуть ефективно обробляти неоднозначність та суб'єктивність, що часто супроводжують питання академічної етики.

**Метою даної роботи** є створення та тестування моделі оцінювання академічної доброчесності з використанням нечіткої логіки, яка дозволить забезпечити експертне оцінювання в умовах невизначеності та неповноти даних. Це передбачає розробку комплексних критеріїв та метрик, здатних адекватно реагувати на різноманітні фактори в академічному середовищі.

## **Виклад основного матеріалу (результатів) дослідження.**

Використання нечіткої логіки для оцінювання академічної доброчесності може бути корисним, особливо коли необхідно враховувати велику кількість різних факторів і вимірювань, які не завжди можна однозначно оцінити. Нечітка логіка дозволяє працювати з нечіткими, або розмитими, змінними і виразами, що відображає багатозначність та невизначеність [5, 7].

У випадку оцінки академічної доброчесності, нечітка логіка може бути корисною в таких аспектах:

1. Розмитість оцінок: Оцінювання чесності та інтегритету може бути складним завданням, оскільки це не завжди можна виміряти конкретними числами. Нечітка логіка дозволяє оцінювати ці поняття на основі розмитих виразів та неоднозначних даних.

2. Об'єктивність: Використання нечіткої логіки може допомогти уникнути суб'єктивного підходу до оцінки академічної доброчесності. Вона дозволяє враховувати різні аспекти та фактори, які впливають на оцінку.

3. Моделювання невизначеності: Нечітка логіка враховує невизначеність у процесі прийняття рішень. Оцінка академічної доброчесності може бути обумовлена багатьма факторами, і нечітка логіка дозволяє враховувати цю невизначеність.

4. Аналіз великих обсягів даних: Використання нечіткої логіки може бути корисним для аналізу великих обсягів даних, які стосуються академічної доброчесності, і виявлення закономірностей чи тенденцій.

Звісно, важливо враховувати, що використання нечіткої логіки для оцінювання академічної доброчесності потребує ретельного розроблення моделі та визначення відповідних параметрів. Крім того, потрібно забезпечити прозорість і обґрунтованість процесу оцінки, щоб забезпечити довіру іншим учасникам академічного середовища.

Системи нечіткої логіки типу-2 дозволяють моделювати і керувати рівнями невизначеності, які зустрічаються в реальному світі, краще, ніж системи типу-1.

У таких системах, функції належності визначаються нечіткими множинами типу-2.

Нечітка множина типу-2 ( $\tilde{A}$ ) на універсальній множині  $X$  визначається функцією належності типу-2 –  $\mu_{\tilde{A}}(x, u)$ , де  $0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x, u) \leq 1$  [5,7]:

$$\tilde{A} = \{(x, u), \mu_{\tilde{A}}(x, u) \mid \forall x \in X, \forall u \in J_x \subseteq [0,1]\}, \quad (1)$$

де  $J_x$  – первинна належність  $x$ . Іншим варіантом визначення нечіткої множини типу-2 (НМТ2) є об'єднання значень функцій належності для всіх допустимих  $x$  та  $u$ :

$$\tilde{A} = \int_{x \in X} \int_{u \in J_x} \mu_{\tilde{A}}(x, u) / (x, u), \quad J_x \subseteq [0,1]. \quad (2)$$

Враховуючи високу обчислювальну складність при розробці систем нечіткого логічного виведення типу-2, доцільно використовувати інтервальні нечіткі множини другого типу. ІНМТ2 є нечіткою множиною, де виконується наступна умова – для всіх  $\mu_{\tilde{A}}(x, u) = 1$ . Таким чином ІНМТ2 є підмножиною нечітких множин типу-2 та описується наступним чином [5, 7]:

$$\tilde{A} = \int_{x \in X} \int_{u \in J_x} 1 / (x, u), \quad J_x \subseteq [0,1]. \quad (3)$$

Для визначення ІНМТ2 достатньо визначити площу невизначеності (FOU) за допомогою нижньої (lower membership function,  $\underline{\mu}_{\tilde{A}}(x)$ ) та верхньої (upper membership function,  $\bar{\mu}_{\tilde{A}}(x)$ ) функцій належності, між якими виконується нерівність:

$$\underline{\mu}_{\tilde{A}}(x) \leq \bar{\mu}_{\tilde{A}}(x), \quad \forall x \in X \quad (4)$$

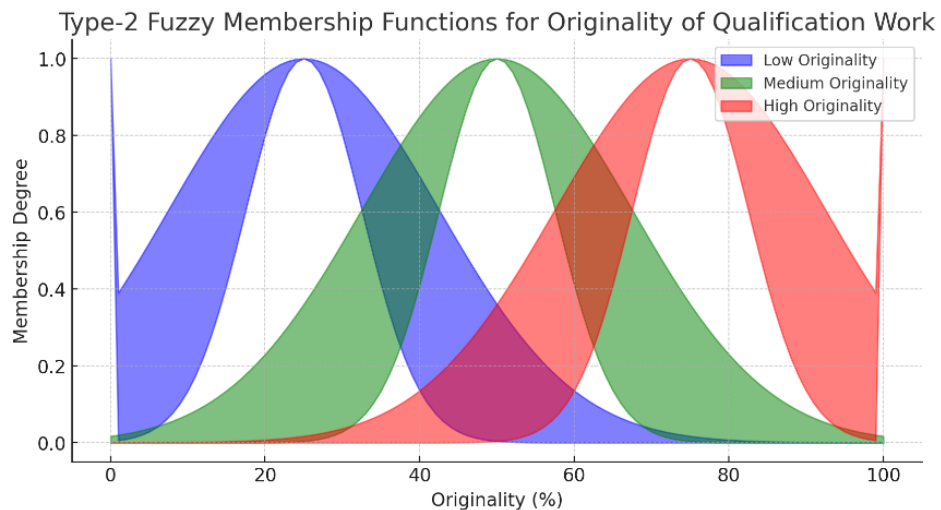
Для подальшого визначення нижньої та верхньої функції належності задається наступна умова:  $\sigma_1 < \sigma_2$ . З урахуванням нерівності (4) значення нижньої функції належності  $\underline{\mu}_{\tilde{A}}(x)$  для (8) описується наступним чином [5,7]:

$$\underline{\mu}_{\tilde{A}}(x) = f(x, m, \sigma_1) = \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-m}{\sigma_1}\right)^2\right]. \quad (5)$$

Для верхньої функції належності  $\bar{\mu}_{\tilde{A}}(x)$  отримаємо:

$$\bar{\mu}_{\tilde{A}}(x) = f(x, m, \sigma_2) = \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-m}{\sigma_2}\right)^2\right]. \quad (6)$$

Нижня та верхня функції належності також можуть бути визначені за допомогою коефіцієнта відхилень для значень  $\sigma - k_\sigma$ . Для коефіцієнта має виконуватися наступна умова:  $0 \leq k_\sigma < 1$ . Якщо  $k_\sigma = 0$ , то  $\underline{\mu}_{\tilde{A}}(x) = \bar{\mu}_{\tilde{A}}(x)$ . У цьому випадку ми отримаємо функцію належності типу-1. Гаусові функції належності для визначення функцій належності типу-2 наведено на рис. 1



*Рис. 1. Функції належності типу 2 для лінгвістичної змінної «Оригінальність кваліфікаційної роботи»*

У даній роботі ми визначимо наступні лінгвістичні змінні для побудови моделі: «оригінальність кваліфікаційної роботи», «значення відхилення між середнім балом та оцінкою за кваліфікаційну роботу», «результати

моніторингових досліджень». При визначенні функцій належності необхідно враховувати також їх масштабування.

Також доцільно використовувати альфа-рівні для оптимізації моделі та ієрархічну систему нечіткого логічного виведення. Альфа-рівні для оцінки оригінальності кваліфікаційної роботи визначалися з урахуванням вимог щодо кваліфікаційних робіт у Центральноукраїнському державному університеті імені Володимира Винниченка для здобувачів вищої освіти спеціальностей «Комп'ютерні науки» та «Середня освіта (Математика, інформатика, економіка)». Альфа-рівні, що використовувалися в даній роботі наведено в табл. 1.

**Таблиця 1.** Альфа рівні для «Оригінальність кваліфікаційної роботи»

Функція належності	Low	Medium	High
Альфа-рівень	40 (-)	40(+)	40(+)

Варто зазначити, що наявність альфа-рівнів на кожному рівні ієрархічної системи нечіткого логічного виведення дозволяє враховувати наявність збуджуючих факторів в умовах невизначеності та виконати тестування моделі враховуючи неповноту даних.

**Висновки та перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження.** Дослідження в даній роботі підтвердило ефективність використання нечіткої логіки та нечітких систем типу-2 у процесі оцінювання академічної доброчесності, виявивши її здатність до гнучкого реагування на різноманітні та часто неоднозначні ситуації в освітньому процесі. Цей підхід дозволив вирішити ключові проблеми стандартних методів оцінювання, особливо у випадках, де потрібно було брати до уваги суб'єктивні та нечітко визначені критерії. Подальшими дослідженнями можуть бути розширення та вивчення додаткових факторів, що впливають на рівень академічної доброчесності, розширення математичної моделі.

## Список використаної літератури

1. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII : станом на 2 лип. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 20.11.2023).
2. Academic Integrity at MIT. A Handbook for Students. URL: <https://integrity.mit.edu/>. (дата звернення: 20.11.2023).
3. Deodhar P., Jain S., Siddiqui J. A. Prediction of Online Academic dishonesty Using the Voting Ensemble Machine Learning Method. 2022 International Conference on Smart Generation Computing, Communication and Networking (SMART GENCON), м. Bangalore, India, 23–25 груд. 2022 р. 2022. URL: <https://doi.org/10.1109/smartgencon56628.2022.10084129> (дата звернення: 10.11.2023).
4. Gledinning I. Assessing maturity of institutional policies for underpinning academic integrity. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/228142577.pdf> (дата звернення: 12.11.2023).
5. Mendel J. M., John R. I., Liu F. Interval Type-2 Fuzzy Logic Systems Made Simple. IEEE Transactions on Fuzzy Systems. 2006. Vol. 14, no. 6. P. 808–821. URL: <https://doi.org/10.1109/tfuzz.2006.879986> (дата звернення: 20.11.2023).
6. The Quality Assurance Agency for Higher Education. The UK Quality Code for Higher Education. URL: [https://www.qaa.ac.uk/docs/qaa/quality-code/revise-uk-quality-code-for-higher-education.pdf?sfvrsn=4c19f781\\_24](https://www.qaa.ac.uk/docs/qaa/quality-code/revise-uk-quality-code-for-higher-education.pdf?sfvrsn=4c19f781_24). (дата звернення: 20.11.2023).
7. Zakovorotniy A., Kharchenko A. Properties of interval type-2 fuzzy sets in decision support systems. Bulletin of the National Technical University «KhPI» Series: New solutions in modern technologies. 2021. № 4 (10). С. 75–81. URL: <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2021.04.10> (дата звернення: 21.11.2023).