

М. П. Боцула, канд. техн. наук, доц.;  
Ю. І. Мітюшкін, канд. техн. наук, доц.;  
І. А. Моргун, асп.

## МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОННИХ МАТЕРІАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

*Запропоновано методику розрахунку критеріїв оцінки якості електронних матеріалів із використанням нечітких множин, що дозволяє отримати підсумкову оцінку якості матеріалу на базі експертної вибірки.*

### Вступ

Одним із методів моделювання багатофакторних залежностей в сучасних задачах кібернетики є їх описання нечіткими базами знань, які використовуються для формалізації причинно-наслідкових зв'язків між змінними «вхід—вихід», що характеризують ту чи іншу конкретну залежність.

Нечіткі бази знань втілюють в собі описання цих зв'язків на лінгвістичній мові із залученням теорії нечітких множин і лінгвістичних змінних.

Потоки сучасної інформації ставлять задачу ранжування якості електронних матеріалів за певними критеріями. Так, методика викладення електронних курсів для дистанційного навчання студентів базується на сучасних цифрових технологіях із залученням глобальної мережі Інтернет. Це дає можливість викладачу проводити свої лекції, практичні та семінарські заняття за допомогою мультимедійного контенту, графічних зображень, відеофайлів, а у студента є можливість отримання додаткової інформації паралельно з основною. Оцінка якості таких навчальних матеріалів відрізняється від оцінки друкованих навчальних посібників і є типовою багатофакторною задачею.

Відсутність державних стандартів та методик оцінки якості дистанційних навчальних матеріалів в Україні є проблемою, що потребує вирішення.

### Постановка задачі

На відміну від попереднього підходу до оцінки матеріалів дистанційних курсів [1] в новій методиці змінено множину експертів і додано нові ролі, також змінено кількість критеріїв оцінки. Тепер кількість критеріїв складає десять (в попередній методиці було п'ять).

Першим етапом виставлення оцінок для зібраних матеріалів дистанційних курсів в Центрі дистанційної освіти (ЦДО) ВНТУ є отримання оцінок від експертів, які відносяться до однієї із трьох виділених ролей:

- експерт від кафедри, на якій працює автор поданого матеріалу;
- експерт від Центру дистанційної освіти ВНТУ;
- експерт від методичної ради навчально-наукового інституту, до якого відноситься автор поданого матеріалу.

Процес збирання оцінок від експертів виконується в певній послідовності. Спочатку вибраний матеріал можуть паралельно оцінювати експерт від кафедри і експерт від ЦДО. Після отримання оцінок від двох експертів зазначених ролей оцінити матеріал може представник від методичної ради навчально-наукового інституту. Для експерта від методичної ради навчально-наукового інституту також виводиться перелік критеріїв і коротка інформація про оцінюваний матеріал і його авторів, але додатково відображаються усереднені оцінки від двох попередніх експертів. Це надає експерту методичної ради навчально-наукового інституту додаткову інформацію про оцінку матеріалу. Інтерфейс розробленого веб-додатку для оцінки матеріалу різниться для кожної із наведених ролей експертів, на рис. 1 наведено частину інтерфейсу для оцінки матеріалу експертом МР. Для всіх експертів зазначених ролей запропоновано десять критеріїв оцінки:

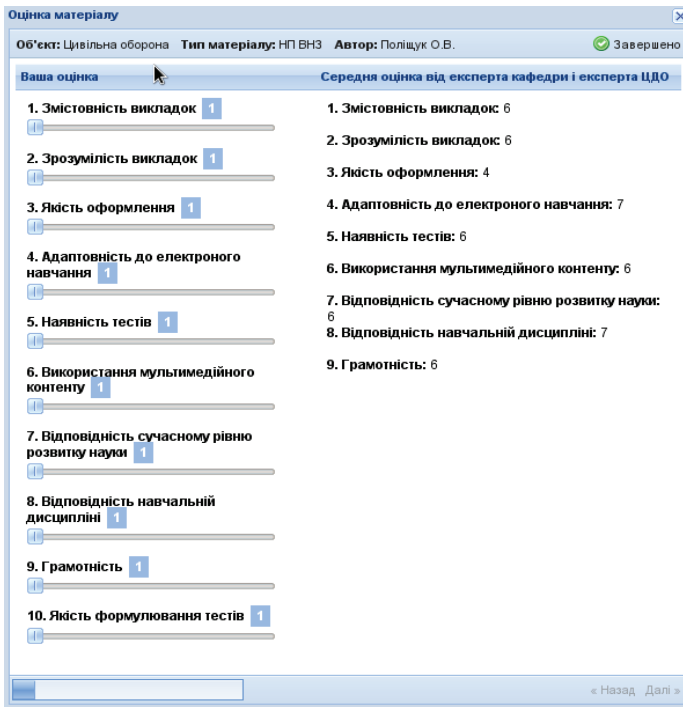


Рис. 1. Інтерфейс оцінки матеріалу для ролі «експерт методичної ради навчально-наукового інституту»  
**Настроювальна таблиця для співвідношення «роль експерта» і «критерій оцінки»**

Критерії	Експерт		
	кафедри	ЦДО	від методичної ради навчально-наукового інституту
Змістовність викладок	10	1	5
Зрозумілість викладок	10	2	5
Відповідність сучасному рівню розвитку науки	10	0	5
Відповідність навчальній дисципліні	10	0	5
Грамотність	10	0	5
Якість оформлення	5	0	5
Адаптовність до електронного навчання	2	0	5
Наявність тестів	10	10	5
Якість формулювання тестів	10	10	5
Використання мультимедійного контенту	5	10	5

1. Змістовність викладок;
2. Зрозумілість викладок;
3. Відповідність сучасному рівню розвитку науки;
4. Відповідність навчальній дисципліні;
5. Грамотність;
6. Якість оформлення;
7. Адаптивність до електронного навчання ;
8. Наявність тестів;
9. Якість формулювання тестів;
10. Використання мультимедійного контенту.

Для кожного співвідношення «роль експерта» і «критерій оцінки» підібрані вагові коефіцієнти, які будуть використовуватися для початкового настроювання нечіткої нейрон-мережі.

Введемо коефіцієнт дублювання  $\alpha$ , який задає кількість дублікатів оцінок *Експертів* під час розрахунку комплексної оцінки електронного матеріалу. Коефіцієнт дублювання показує, скільки разів потрібно врахувати оцінку *Експерта* певної ролі, щоб урівноважити з оцінкою іншої ролі *Експерта*.

Кожний із експертів може оцінити матеріал оцінкою  $e$ ,  $e \in [1...10]$ , за шкалою натуральних чисел, кожна оцінка від експерта розраховується із певним коефіцієнтом дублювання  $\alpha$ ,  $\alpha \in [1...10]$ . Наприклад, експерт від кафедри може оцінити певний матеріал на 8 за критерієм «Змістовність викладок», його оцінка буде врахована із коефіцієнтом 10, та ж оцінка від експерта ЦДО буде врахована з коефіцієнтом  $\alpha = 1$ , а оцінка від експерта МРІ буде врахована із коефіцієнтом  $\alpha = 5$  (див. повну настроювальну табл.).

Останнім кроком розробленої системи є виставлення підсумкової оцінки для кожного матеріалу, для цього використовується нейро-нечітка мережа.

Для приведення коефіцієнта дублювання  $\alpha$  до семантичного змісту вагового коефіцієнта нейро-нечіткої мережі  $w_i$  введемо формулу відповідності

$$w_i = \frac{\alpha}{10}. \quad (1)$$

## Реалізація запропонованого методу

В основу функціонування нейро-нечітких мереж втілено принципи моделювання роботи мозку людини. З формальної точки зору нейронна мережа — це універсальна модель-апроксиматор у вигляді графа. Нечіткі бази знань слугують зручним засобом для формалізації логіко-лінгвістичної інформації про об'єкт моделювання, яким володіє експерт. У випадку відсутності останньої модель дає можливість отримання знань із експериментальних даних.

Оскільки для нечітких параметрів відсутня можливість залучення експертів, виникає проблема отримання знань. Потрібно виявити на основі аналізу наявної статистики функціональні залежності між вхідними і вихідними параметрами об'єкта.

Для побудови нейро-нечіткої мережі [2] розділимо властивості кожної із сутностей Експерт, Матеріали курсу на дві групи: чіткі параметри, які можна виразити чисельно і нечіткі параметри, які задаються вербально. Наступним кроком є створення для кожного нечіткого параметра лінгвістичних змінних і визначення функції належності. Останнім етапом є побудова нейро-нечіткої мережі для кожного із десяти критеріїв оцінки. Нейро-нечітка мережа буде використана для апроксимації вагових коефіцієнтів для кожної із введеної ролі *Експерт*.

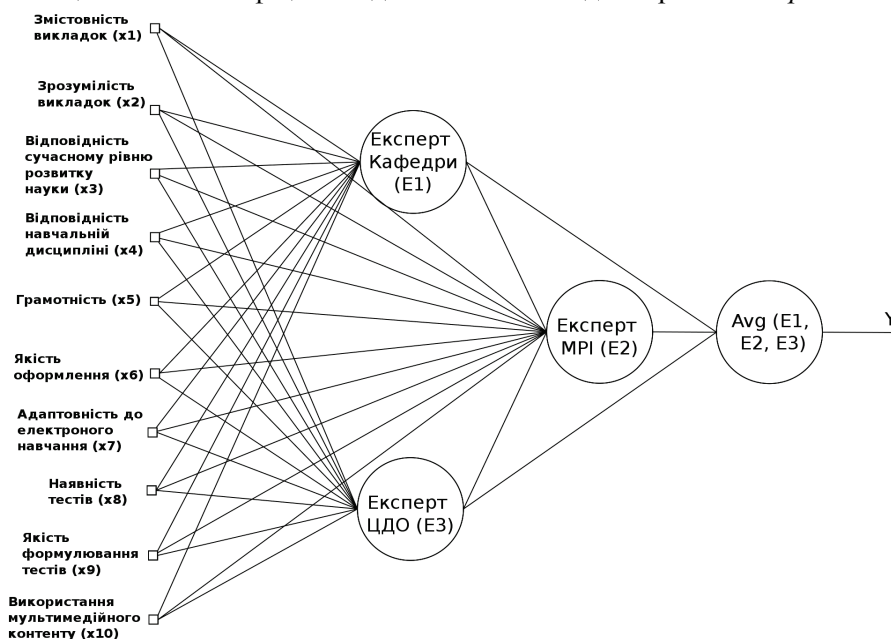


Рис. 2. Структура ієрархічної нейро-нечіткої мережі для оцінки електронного матеріалу

Накопичення нових матеріалів і оцінок від експертів в системі дистанційного навчання потребує корегування вагових коефіцієнтів кожного експерта. Цей безперервний процес надасть можливість ранжувати курси за інтегральною оцінкою якості протягом всього часу публікації контенту курсу. Одною із переваг нейро-нечіткої мережі є можливість навчання на нових даних і корегування вагових коефіцієнтів нейронів [3].

Робота мережі проходить етап апробації на наявній експертній вибірці у Центрі дистанційної освіти Вінницького національного

технічного університету. Базовим інструментом для отримання оцінки якості дистанційного матеріалу взято нейро-нечітку мережу (рис. 2).

Модель нейро-нечіткої мережі оцінки електронного матеріалу дистанційного курсу має два штучних нейрони в першому шарі: експерт кафедри, експерт ЦДО, на входи яких подаються оцінки від кожного із експертів і запропоновані вагові коефіцієнти. Для нейронів *Експерт кафедри* і *Експерт ЦДО* подається десять ( $n$ ) вхідних сигналів, підсумкове значення яких обчислюється за формулою зваженого середньоарифметичного

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad (2)$$

де  $x_i$  — вхідна оцінка;  $w_i$  — ваговий коефіцієнт для певного експерта за заданим критерієм.

Після отримання оцінки від кожного із експертів кафедри і ЦДО передаються на вхід для експерта МРІ, крім цього ще передаються безпосередньо оцінки від самого експерта МРІ, це видно на другому шарі нейро-нечіткої мережі. Результат оцінки для МРІ також обчислюється за формулою 2.

Наступним кроком є обчислення середньої оцінки для електронного матеріалу по кожному із експертів. Для цього використовується запропонований метод комплексної оцінки якості електронних матеріалів з використанням полярної системи координат [4]. Результат роботи запропонованої методики наведено на рис. 3.

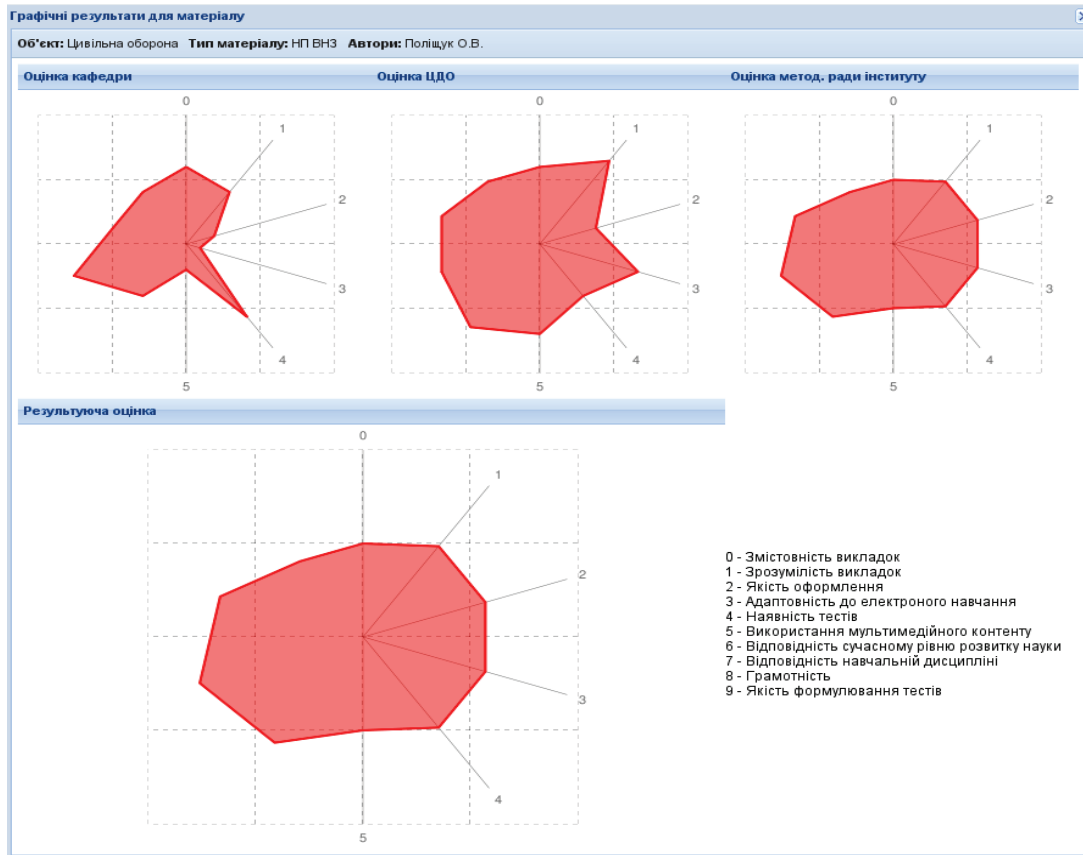


Рис. 3. Комплексна оцінка якості електронних матеріалів з використанням полярної системи координат

Апробація роботи мережі проведена на наявній експертній вибірці в ЦДО ВНТУ. Для реалізації запропонованого методу розроблено веб-додаток на базі open-source технологій Django, ExtJS, XHTML, Google Chart API, для роботи з моделлю даних використано архітектуру REST, що дозволяє забезпечити гнучкий доступ до даних в мережі.

### Висновки

Для отримання оцінки якості дистанційних матеріалів розроблено нечіткий апроксиматор, що враховує множини вхідних сигналів із певним ваговим коефіцієнтом для кожного сигналу.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Боцула М. П. Про проблему експертизи якості матеріалів дистанційних курсів [Електронний ресурс] / М. П. Боцула, І. А. Моргун // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. — 2008. — № 4. — С. 1—7. — Режим доступу : [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/vntu/2008-4/2008-4.files/uk/08mpbcme\\_uk.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/vntu/2008-4/2008-4.files/uk/08mpbcme_uk.pdf).
2. Ротштейн О. П. Soft Computing в моделюванні біотехнологій: багатофакторний аналіз і діагностика : моног. / О. П. Ротштейн, С. П. Ларюшкін, Ю. І. Мітюшкін. — Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. — 142 с.
3. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Осовский С. ; пер. с польского И. Д. Рудинского. — М. : Финансы и статистика, 2002. — 344 с. : ил.
4. Боцула М. П. Метод отримання комплексної оцінки якості веб-матеріалів з використанням полярної системи координат / Боцула М. П., Моргун І. А. // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2011. — № 1. — С. 84—88.

Рекомендована кафедрою моделювання та моніторингу складних систем

Стаття надійшла до редакції 25.02.11

Рекомендована до друку 5.04.11

**Боцула Мирослав Павлович** — доцент, **Моргун Іван Анатолійович** — аспірант;

Кафедра моделювання та моніторингу складних систем;

**Мітюшкін Юрій Ігоревич** — доцент кафедри комп'ютерних систем управління.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця