

## РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ОСВІТИ

*Анотація.* В роботі представлена концепція і приклад розробки математичної моделі експертної системи оцінки якості освіти, заснована на принципах лінгвістичного моделювання теорії нечітких множин.

*Ключові слова:* математична модель, освітній процес, лінгвістичні вирази, якість навчання.

### Вступ

Будь-яке реформування освіти зорієнтована на підвищення якості освіти. Якість освіти характеризує не тільки результат освітньої діяльності — властивості фахівця — випускника навчального закладу, а й фактори формування цього результату, що залежить від мети освіти, змісту та методології, організації та технології. Усе це характеристики, на формування яких необхідно свідомо впливати, а отже, якими необхідно керувати. Освіта має потребу в системі управління якістю, що повинен мати кожний навчальний заклад. Така система неможлива без сучасної, комплексної системи оцінки якості освіти в цілому, так і всіх її складових окремо [1].

Якщо уявити навчальний процес як модель з керованим об'єктом, навчальним процесом, і системою управління, управління навчальним процесом, то ясно, що для вдосконалення якості навчання треба вдосконалювати не сам навчальний процес, а систему управління навчальним процесом в тій частині, яка безпосередньо відноситься до управління якістю.

Якість освіти — поняття багатовимірне. Концепція багатомірної якості передбачає використання величезної кількості показників якості. Практична реалізація ідей управління багатовимірною якістю можлива тільки при використанні комплексної автоматизації збору даних за всіма показниками якості та внесення їх в систему управління.

Однак застосування даної концепції призводить до розрізненості показників. Сьогодні в різних вузах відбувається активна побудова експертних моделей моніторингу якості освіти у вищому навчальному закладі, що припускає постійне спостереження за станом освіти в цілому і окремих його компонентів. У більшості випадків побудова системи моніторингу якості освіти спирається на проміжні результати діяльності. Постає очевидне запитання: як можна зіставити, наприклад, кількість прочитаних лекцій або лекцій з використанням мультимедіа з формуванням і відтворенням умінь і навичок, необхідних для підготовки кадрів? Коли кількість проведених відкритих лабораторно-практичних та семінарських занять переходить в розвиток соціалізації членів суспільства? Якою мірою проведені заняття з надання додаткових освітніх послуг сприяють розвитку матеріального і духовного життя суспільства? Ці та багато інших проблем змушують задуматися про складність введення кількісних характеристик якості освіти

Вирішення цих проблем ускладнюється, якщо вирішувати їх на основі традиційно сформованих підходів. Подолання обмежень цих підходів можливо на основі створення нових інтелектуальних технологій і виходу за рамки класичних математичних моделей, що оперують з конкретним числом параметрів, за якими ведеться оцінка ефективності. Розширення можливостей змінності параметрів, що утворюють керовану систему може бути отримано в результаті застосування математичного апарату теорії нечітких множин [2].

Вданій роботі розглядаються принципи використання нечітких підходів при моделюванні системи оцінки якості.

### **Постановка задачі**

Теоретичною основою використання нечітких підходів при моделюванні систем керування і розпізнавання є добре розроблений до теперішнього часу апарат нечіткої математики, що включає нечітку арифметику, нечітку і лінгвістичну логіку, теорію можливостей.

Математична модель реальної ситуації дозволяє аналізувати і навіть передбачати результати майбутніх спостережень. Для побудови моделі адекватної реальності, в якій використовується велика кількість роз'єднаних числових даних, нечітка логіка забезпечує ефективні засоби відображення невизначеностей і неточностей реаль-

ного світу. Наявність математичних засобів відображення нечіткості вихідної інформації дозволяє побудувати модель, адекватну реальності.

Завдання прийняття рішень в управлінні, діагностиці, багатокритеріальній оцінці і багатофакторному аналізі мають такі загальні властивості:

- для прийняття рішення необхідно встановити залежність між вхідними і вихідними змінними;
- вихідна змінна асоціюється з об'єктом ідентифікації, тобто з видом прийнятого рішення;
- вхідні змінні асоціюються з параметрами стану об'єкта ідентифікації;
- вихідна і вхідні змінні можуть мати кількісні та якісні оцінки;
- структура взаємозв'язку між вихідними і вхідними змінними описується правилами: **ЯКЩО** <входи>, **ТО** <вихід>, що використовують якісні оцінки змінних і представляють собою нечіткі бази знань [3].

В даній роботі розглядається приклад розробки математичної моделі експертної системи оцінки якості освіти, який заснований на принципах лінгвістичного моделювання та теорії нечітких множин.

#### **Моделювання системи моніторингу якості навчання**

Використання сучасних комп'ютерних технологій дозволяє створювати інтелектуальні системи контролю якості знань з урахуванням ступеня навченості кожного індивідуума або їх групи. Відсутність усереднення при визначенні ступеня навченості дозволяє оцінити реально досягнуті результати навчання і фактичну ефективність діяльності викладача, або ВНЗ, тобто проводити якісний моніторинг освітнього процесу.

Для побудови такої системи моніторингу використаємо нечіткі бази знань, що дозволить формалізувати і перетворити кількісно якісні поняття. Сформулюємо цілі навчання, тобто визначимо перелік знань, умінь і навичок студентів з кожної дисципліни певної спеціальності.

Для цього розглянемо основні рівні, що характеризують освітній процес:

- перший рівень — інформаційний — формує знання;

- другий рівень — репродуктивний — формує найпростіші вміння;

- третій — творчий — формує складні вміння і навички. Звідси випливає і логіка навчання, і логіка оцінювання ступеня сформованості знань, умінь і навичок (компетентності) студентів, а значить, і якості їх навчання в цілому.

Дослідження з приводу цього проведемо відповідно до методики В.П. Симонова [4] за такою схемою:

- якщо викладач визначає високий рівень навчальних досягнень студентів за виконання ними переважно завдань I рівня, то він працює на низькому рівні вимог;

- якщо викладач визначає високий рівень навчальних досягнень студентів за виконання ними завдань II рівня, то він працює на середньому рівні вимог;

- якщо викладач для отримання вищого рівня досягнень вимагає від учня виконання завдань III рівня — то він працює на високому (першому) рівні вимог.

На думку Симонова В.П. [4] оцінка ступеня навченості студентів залежить від п'яти послідовних показників, які і складають ідеальну модель навченості будь-якої людини і оцінку якості навчання на цій основі:

- розрізнення (P1);
- запам'ятовування (P2);
- розуміння (P3);
- елементарні вміння і навички (P4);
- перенесення (P5).

Припустимо, що лінгвістичні змінні P1 ч P5 оцінюються за наведеною шкалою (див. таблицю 1):

- Н — низький,
- НС — нижче середнього,
- С — середній,
- ВС — вище середнього,
- В — високий.

## Оцінки приватних показників якості навчання

Приватний показник		Рівень оцінок показників				
		Низький	Нижче середнього	Середній	Вище середнього	Високий
P1	Розрізнення	Ознайомлення з інформацією	Мати уявлення	Вміти ідентифікувати об'єкт	Дати його якісний опис, сформулювати характерні властивості	Вказати його відношення до об'єктів (явищ) подібного роду
P2	Запам'ятовування	Запам'ятовування здійснюється повільно, збереження інформації не тривале, відтворення неповне	Продуктивність пам'яті не дуже висока, хоча запам'ятовування відбувається швидко, але збереження і відтворення неповне і неточне	Продуктивність пам'яті на середньому рівні, хоча запам'ятовування відбувається повільно, але збереження і відтворення більш-менш повне і точне	Продуктивність пам'яті досить висока, хоча запам'ятовування відбувається повільно, але збереження і відтворення повне і точне	Продуктивність пам'яті найвища. Запам'ятовування швидке і точне, збереження тривалий, відтворення повне і точне
P3	Розуміння	Сприймання інформації, що надходить, проте не можливість її співвіднести з наявним обсягом знань і тією інформацією, яка вже засвоєна.	Сприймання інформації, лише частково співвідносить її з наявними у нього обсягом знань	Розуміння нового поняття пов'язане з первісним його засвоєнням, можливі деякі неповні і навіть помилкові тлумачення і помилкове використання поняття в контексті.	Вільне володіння поняттями і їх властивостями, застосування перетворених, але вже відомих способів дій; самостійне рішення нетипових задач	Встановлення зв'язків між поняттями різних систем і предметів, зокрема між предметних зв'язків, за допомогою яких створюється нова інформація (постановка і рішення нових завдань, рішення старих новими методами і т. д.)
P4	Елементарні вміння і навички	Оволодіння певними діями на низькому рівні	Ознайомлення з характером даної дії, вміння виконувати її лише при достатній допомозі наставника	Вміння виконувати дію самостійно, але лише за зразком, наслідуючи діям наставника	Вміння доводити вільно виконувати дії, усвідомлюючи кожен крок	Вміння автоматизовано, згорнуто і безпомилково виконують дії (навик)
P5	Перенесення	Здатність до впізнавання загального в різних формулюваннях	Самостійне переформулювання знання в системі різних понять	Здатність до систематизації, класифікації, угрупованню, кваліфікації об'єктів	Доведення теорем та обґрунтування теорій, здатність наводити приклади	Рішення нестандартних завдань і рішення задач нестандартними способами і іншими ознаки

Таким чином сформулюємо деякі вирази, які інтерпретують нечіткі лінгвістичні вирази, в певні математичні вирази:

$$P = f_P(P_1, P_2, P_3, P_4, P_5) \quad (1)$$

Задамо співвідношення у вигляді матриці. Фрагмент матриці представлено в таблиці 2.

Таблиця 2

## Фрагмент знань о співвідношеннях

Розрізнення (P1)	Запам'ятовування (P2)	Розуміння (P3)	Елементарні вміння і навички (P4)	Перенесення (P5)	Загальна оцінка (P)
Низький	Низький	Низький	Низький	Низький	Низький
Нижче середнього	Низький	Низький	Низький	Низький	Низький
Нижче середнього	Нижче середнього	Низький	Низький	Низький	Низький
...					
Високий	Високий	Високий	Високий	Високий	Високий

Перейдемо до формування підсумкової оцінки і представимо її відповідно традиційної п'ятибальною системою оцінок.

Можливі наступні варіанти переходу до п'ятибальної системи оцінювання представлено в таблиці 3.

Таблиця 3

## Перехід до п'ятибальної системи оцінювання

P1	P2	P3	P4	P5	Рівень оцінювання
2		3	4	5	Високий рівень
2	3	4	5		Середній рівень
3		4	5		Низький рівень

Кожна група рядків відображає умовний вислів, який зв'яже нечіткі значення вхідних та вихідних змінних. У зв'язку з вищезазначеним опишемо нечітку базу знань, яка описує залежність рівня навчальних досягнень (навченість) студентів рівню вимог викладача:

ЯКЩО P1= «Н» И P2=«Н» ТА P3= «Н» ТА P4=«Н» ТА P5= «Н» АБО

ЯКЩО P1= «НС» ТА P2=«Н» ТА P3= «Н» ТА P4=«Н» ТА P5= «Н» АБО

ЯКЩО  $P1 = \langle \text{НС} \rangle$  ТА  $P2 = \langle \text{НС} \rangle$  ТА  $P3 = \langle \text{Н} \rangle$  ТА  $P4 = \langle \text{Н} \rangle$  ТА  $P5 = \langle \text{Н} \rangle$  АБО

... АБО

ЯКЩО  $P1 = \langle \text{В} \rangle$  ТА  $P2 = \langle \text{НС} \rangle$  ТА  $P3 = \langle \text{НС} \rangle$  ТА  $P4 = \langle \text{Н} \rangle$  ТА  $P5 = \langle \text{Н} \rangle$  АБО

ТО  $y = \langle \text{низький рівень} \rangle$ .

Нечіткі логічні рівняння, поставлені у відповідність матрицями знань табл. 2, дозволяють оцінювати інтегральну якість навчальних досягнень студентів для фіксованих значень приватних показників.

Визначивши рівень вимог викладача можна визначити рівень навченості студентів, яким він викладає, за формулою:

$$PHC = ((AO_5 + BO_4 + CO_3)/(NP)), \quad (2)$$

де  $P$  — кількість дисциплін, які викладає викладач;

$N$  — кількість студентів;

$A, B, C$  — коефіцієнти, які визначаються за рівнем викладача: «низький рівень» —  $A = 0,04; B = 0,16; C = 0,36$ ; «середній рівень» —  $A = 0,16; B = 0,36; C = 0,64$ ; «високий рівень» —  $A = 1; B = 0,64; C = 0,36$ ;

$O_5, O_4, O_3$  — кількість оцінок «відмінно», «добре» та «задовільно» відповідно.

За такою ж методикою можна визначити якість навчання студентів ВНЗ [5].

### Висновки

Розроблена математична модель нечіткої системи може бути використана для побудови бази знань моніторингу навчального процесу. Застосування подібної автоматизованої FUZZY-системи оцінки якості навчання може дати ряд позитивних ефектів, які сприятимуть підвищенню якості навчання. По-перше, студент буде мати можливість оперативно прогнозувати свою оцінку, тим самим, керувати якістю власної навчальної діяльності. По-друге, завдяки використанню такої системи можна оцінити рівень вимог кожного викладача і визначити в подальшому заходи для поступового переходу на більш високий рівень вимог.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Лаптев В.В. Научный подход к построению программ исследования качества образования // Модернизация общего образования на рубеже веков (сборник научных трудов). – СПб.: Изд-во РГПУ им. Герцена, 2001. – С. 3–10.

2. Вешнева И.В. Математические модели в системе управления качеством высшего образования с использованием методов нечеткой логики: Монография. – Саратов: Издательство «Саратовский источник», 2010. – 187 с.: ил.

3. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с., ил.

4. Симонов В.П. Модель достоверной оценки качества обучения на инновационной основе характеристики степени обученности личности. // конференция «Использование программных продуктов 1С в учебных заведениях». – 2012 г.

5. Ланська С.С. Побудова бази знань на основі нечітких імплікацій при моніторингу навчального процесу // Міжнародна науково-технічна конференція «Інформаційні технології в металургії та машинобудуванні»–2018 р.