

## НЕЧІТКА МОДЕЛЬ ІНТЕГРОВАНОГО НАВЧАННЯ

*Запропоновано структурно-параметричну модель навчальної дисципліни та системи міжпредметних зв'язків, що сформовано на основі застосування теорії нечітких множин. Отримана модель дозволяє автоматизувати процес генерації навчального контенту з урахуванням найбільш доцільних взаємозв'язків між навчальними елементами в усіх формах інтегрованого навчання в умовах реалізації індивідуалізованого підходу.*

Створення умов для індивідуалізованого навчання є одним з напрямків реформування освіти, що відповідає переходу до інформаційного суспільства. Розвиток інформаційного суспільства, перехід до суспільства знань разом з поглибленням глобалізації, зростанням конкуренції на ринку праці вимагають створення умов для отримання високоякісної професійної освіти на протязі всього життя для кожної людини. Знання та інформація в інформаційному суспільстві стають головним інтелектуальним ресурсом, втім як об'єм та темпи накопичення знань безперервно та різко зростають. Інтенсивне впровадження засобів інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в навчальний процес довело значні переваги комп'ютерного навчання. Різні аспекти комп'ютеризації освіти висвітлені в працях Гриценка В.І., Довгялло О.М., Жалдака М.І., Козлакової Г.О., Манак А.Ф., Машбиця Є.І., Роберт І.В., та ін. Однак, відомі напрямки комп'ютеризації освіти ґрунтуються переважно на інформаційному підході до навчання, залишаючи за суттю «ручний» засіб управління навчанням, який не дозволяє повною мірою індивідуалізувати цей процес, що суперечить сучасним дидактичним вимогам щодо диференціації навчання

Втім створення умов для ефективного індивідуалізованого навчання можливо на основі розвитку кібернетичного підходу до створення систем управління навчанням. Розгляд навчання, як процесу, що управляється, є плідною ідеєю, яку було розпочато в працях Вінера Н., Скінера Б.Ф., Паска Г. та ін., дидактично обґрунтовано в працях Талізної Н.Ф., Беспалька В.П., Атанова Г. А. Подальше вдосконалення кібернетичного погляду на управління навчанням пов'язано із працями Растрігіна Л.О., Еренштейна М.Ч., Соловова О.П., Тодорцева Ю.К. та ін. Однак, протиріччя між постійно зростаючими вимогами до вдосконалення адаптивних засобів управління об'єктами із слабкою структурованістю і високим ступенем невизначеності та відсутністю загальної методології їх автоматизації потребує суттєвого перегляду основ теорії та практики кібернетичного підходу стосовно організаційно-технічних систем на основі застосування сучасної методології системного аналізу щодо теорії управління.

Однією з невирішених проблем, розв'язання якої є необхідним для формування моделі індивідуалізованого навчання, є розробка моделі змісту навчання з врахуванням міжпредметних зв'язків. Врахування системи міжпредметних зв'язків – від епізодичного застосування до інтегрованого навчання дозволяє певним чином індивідуалізувати змістовну складову управлінських дій щодо навчання.

Основу інформаційних освітніх систем складають моделі предметних галузей. Аналіз існуючих підходів відображає загальну тенденцію до створення ієрархічних моделей, елементами якої є відповідні навчальні елементи (НЕ). Під НЕ розуміється елементарна порція інформації, що являє собою об'єкт (предмет), явище (процес), метод діяльності [1].

При побудові інформаційної моделі структури монопредметного курсу застосовано структурно-параметричну модель. Структурний опис – це ієрархічна система «навчальна дисципліна – розділ (підрозділ, тема, модуль) - НЕ». Але структурний опис не є вичерпним, так як параметри навчальних елементів є різними. Тому виникає необхідність поряд із структурним у параметричному опису моделі. При параметричному наповненні моделей необхідно відобразити можливі і доцільні взаємозв'язки між НЕ, що утворюють зміст навчання.

Розглянемо формальний опис параметричної складової моделі НД. Нехай задана скінченна множина НЕ  $LE = \{l_i\}, i = \overline{1, N_{lA}}$ , нечітке відношення  $\mu_{R_{LE}} : LE \times LE \rightarrow M$ , яке відображає суб'єктивну міру експерта-викладача щодо взаємозв'язку між двома НЕ та задається функцією належності.  $M$  - лінгвістична змінна, за допомогою якої експерти мають можливість оцінити ступінь взаємозв'язку між НЕ засобами природної мови. Нечіткі множини  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$  відповідають нечітким змінним  $\alpha_1 =$  «відсутній»,  $\alpha_2 =$  «слабкий»,  $\alpha_3 =$  «середній»,  $\alpha_4 =$  «високий»,  $\alpha_5 =$  «дуже

високий». Функції належності нечітких множин, що відповідають нечітким змінним для лінгвістичної змінної  $T$  - «ступінь взаємозв'язку», визначаються на основі аналітичного опису S-, Z- та П-образних сплайн-функцій. Параметри цих функцій отримано на основі евристичних міркувань.

Окрім нечітко заданого ступеня взаємозв'язків необхідно врахувати напрям зв'язку за допомогою відповідного знаку. Таким чином, елементи матриці інцидентій нечіткого графа  $G(LE, R_{LE})$  утворюються за відповідною формулою, що відображає передування, рівнозначність або наступність логічного зв'язку між НЕ.

Усі вершини нечіткого графа  $G(LE, R_{LE})$  розподіляються на чотири типа вершин в залежності від їх ролі в створенні структури навчальної дисципліни: базові, транзитні, кінцеві (цільові), автономні. Утворення послідовностей НЕ таким чином зводиться до процедури формування навчальних логічних блоків, початок яких є множиною базових вершин, кінець послідовності містить кінцеві вершини, між ними, в загальному випадку, може бути множина транзитних вершин, припустимо додавання автономних вершин при наявності додаткового навчального часу. Навчальні логічні блоки (НЛБ) є наслідком застосування логічного виведення, повинні характеризуватися повною виводимістю.

Ця проблема обумовлює необхідність визначення методу визначення істинності висновку в нечіткому правилі продукцій. Відомими є, наприклад, наступні методи визначення функції належності результату композиції нечітких відношень: max-min-композиція або нечітка згортка, max-prod-композиція, min-max-композиція, max-max-композиція та ін. Однак, найбільш частіше використовуються методи max-min-композиції. За аналогією із звичайними продукційними системами важливим компонентом системи нечітких продукцій є схема виведення висновку. Так, прямий метод виведення реалізується шляхом перетворень окремих фактів проблемної галузі у конкретні значення функцій належності умов нечітких продукцій.

Отже, застосування прямого логічного виведення в системі нечітких продукцій, за допомогою яких представимо факти про доцільність зв'язків, дозволять отримати логічно виведену послідовність НЕ із зазначенням функції належності взаємозв'язку між базовим і кінцевим НЕ, або у разі відсутності логічного виведення – припинення процесу, звертання до ОПП (особи, що приймає рішення) для розв'язання протиріччя.

Визначення ступня взаємозв'язку НБ можна визначити на основі застосування операції композиції нечітких відношень. Якщо аналіз нечіткого графу  $G(LE, R_{LE})$  на основі формул привів до розбиття множини  $LE$  таким чином, що

$$LE = LE_{\hat{A}} \cup LE_T \cup LE_{\hat{E}} \cup LE_A,$$

де  $LE_{\hat{A}}$  - множина базових вершин;

$LE_T$  - множина транзитних вершин;

$LE_{\hat{E}}$  - множина кінцевих вершин;

$LE_A$  - множина автономних вершин,

то розглянемо нечіткі відношення  $R_{\hat{A}\hat{O}}: LE_{\hat{A}} \times LE_T \rightarrow [0,1]$  між базовими та транзитними вершинами,  $R_{\hat{O}\hat{E}}: LE_{\hat{O}} \times LE_{\hat{E}} \rightarrow [0,1]$  - між транзитними та кінцевими вершинами. Тоді на основі [2] застосування (max-min)-композиції отримуємо вираз для знаходження нечіткого відношення  $R_{\hat{A}\hat{E}}: LE_{\hat{A}} \times LE_{\hat{E}} \rightarrow [0,1]$  - між базовими та кінцевими вершинами:

$$\mu_{R_{\hat{A}\hat{O}} \circ R_{\hat{O}\hat{E}}}(l_{\hat{A}}, l_{\hat{E}}) = \max_{l_T} \min \{ \mu_{R_{\hat{A}\hat{O}}}(l_{\hat{A}}, l_{\hat{O}}), \mu_{R_{\hat{O}\hat{E}}}(l_{\hat{O}}, l_{\hat{E}}) \}, \quad (1)$$

де  $l_{\hat{A}}, l_{\hat{O}}, l_{\hat{E}}$  - відповідні вершини з множин базових, транзитних та кінцевих.

З огляду на те, що множина транзитних вершин  $LE_{\hat{O}}$ , в свою чергу, має подібну структуру з трьох шарів, утворюючи наступні підмножини:  $LE_{T1}$  - підмножина транзитних вершин, які з'єднані безпосередньо із базовими;  $LE_{T2}$  - підмножина транзитних вершин, що мають вхідні та вихідні зв'язки тільки із транзитними;  $LE_{T3}$  - підмножина транзитних вершин, що мають зв'язок безпосередньо із кінцевими. Таким чином:

$$LE_T = LE_{T1} \cup LE_{T2} \cup LE_{T3}.$$

Тоді, на основі відповідних нечітких відношень між вершинами транзитних шарів  $R_{12}: LE_{T1} \times LE_{T2}$ ;  $R_{23}: LE_{T2} \times LE_{T3}$ ;  $R_{13}: LE_{T1} \times LE_{T3}$ , отримуємо:

$$\mu_{R_{12} \circ R_{23}}(l_{T1}, l_{T3}) = \max_{l_{T2}} \min \{ \mu_{R_{12}}(l_{T1}, l_{T2}), \mu_{R_{23}}(l_{T2}, l_{T3}) \}. \quad (2)$$

Візуалізація композиційних перетворень на основі формул (1), (2) наведено на рис.1, де показано сутність «склеювання» вершин транзитних шарів.

На основі послідовного здійснення операцій нечіткої композиції над утвореними підмножинами нечіткого графу НЕ, отримуємо структурно-параметричну модель монопредметної навчальної дисципліни.

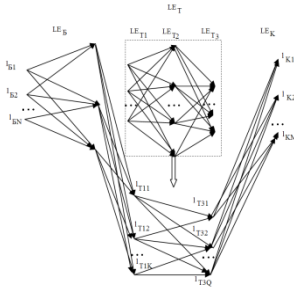


Рис. 1- Схема нечітких композиційних перетворень

Однак, в умовах поглиблення інтеграційних тенденцій необхідно при формуванні ГН врахувати доцільні МПЗ. Тому розглянемо також структурно-параметричну модель системи міжпредметних зв'язків.

Для визначення вхідних змінних, які висловлюють думку викладача щодо міжпредметних зв'язків, введемо наступні лінгвістичні змінні:

«Ступінь перекриття», що містить три терми: {«низький» (Н), «середній» (С), «високий» (В)}.

Для визначення поняття «ступінь перекриття» розглянемо  $\alpha$ -перетин нечіткого відношення  $R1R2_\alpha = \{ \langle I1_i, I2_j \rangle : \mu_{R1R2} \langle I1_i, I2_j \rangle \geq \alpha \}$ , де на основі евристичних міркувань приймемо  $\alpha = 0.5$ . Таким чином, при визначенні «перекриття» будуть враховані тільки такі взаємозв'язки, ступінь належності яких не менш ніж 0.5.

«Ступінь рівномірності»: містить ті ж самі три терми: {«низький» (Н), «середній» (С), «високий» (В)}. Ступінь рівномірності визначаємо за наступним виразом  $S_r = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n | \mu_{R1R2} - \overline{\mu_{R1R2}} |$ .

«Ступінь узгодженості». Терми, що його визначають теж: {«низький» (Н), «середній» (С), «високий» (В)}. При визначенні цього показника маємо на увазі, що найкращим варіантом розташування взаємопов'язаних елементів з точки зору узгодженості за часом, є головна діагональ матриці міжпредметних зв'язків. В цьому випадку вивчення взаємопов'язаних елементів в загальному випадку є синхронізованим. Чим більш відстань між елементами, для яких  $\mu_{R1R2} \neq 0$ , тим вище ступінь неузгодженості, який уповільнює здійснення інтегрованого навчання. Отже, обчислення ступеня узгодженості здійснюємо за наступним виразом  $S_u = \frac{\text{card}\{ \mu_{Rij} / \mu_{Rij} > 0, i = j \}}{\text{card}\{ \mu_{Rij} / i = j \}}$ .

Вихідна лінгвістична змінна «Коефіцієнт інтеграції» є дидактично значущим. Однак, в педагогічних дослідженнях відсутні кількісні показники його градації, втім розрізняють переважно три рівні, змістовна сутність яких певним чином не співпадає. Здебільшого прийнятим є варіант виділення наступних рівнів інтеграції: епізодичні МПЗ – інтегроване навчання (на основі систематичного використання МПЗ) – інтегративні курси.

На основі запропонованої моделі проведено комп'ютерні експерименти з використанням пакету нечіткого виведення Fuzzy Logic Toolbox системи Matlab, в результаті яких на основі матриці міжпредметних зв'язків, можна визначити значення вихідної змінної – коефіцієнту інтеграції. Значення, що отримане, складає основу для управління процесом формування компетенцій. Отже, вибір інтегрованого контенту є складовою управлінських впливів з боку викладача, які отримуються в автоматизованому режимі на основі запропонованої моделі.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] В.П. Беспалько *Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия)*. М.: МПСИ, 2002.
- [2] Ю.П. Зайченко *Нечёткие модели и методы в интеллектуальных системах*. К.: Издательский дом «Слово», 2008.