

УДК 37.014:519.86

Коляда Михайло Георгійович

доктор педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри інформаційного захисту та цивільної безпеки
Інститут післядипломної освіти інженерно-педагогічних працівників Університету менеджменту освіти
НАПН України, м. Донецьк, Україна
kolyada_mihail@mail.ru

ПРОГРАМНІ ПАКЕТИ ДЛЯ ПЕДАГОГІЧНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ НА ЗАСАДАХ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

Анотація. У статті розглядаються програмні пакети, що використовуються для педагогічного прогнозування на засадах теорії нечітких множин. Показано, як на основі понять, представлених нечіткими знаннями можна інтерпретувати людські міркування, які надалі можна використовувати для процесу моделювання і прогнозування педагогічних взаємодій. Метою статті є показ інтерпретації педагогічних висловлювань в теорії нечітких множин й огляд тих програмних пакетів, які можна використовувати для прогнозування дидактичних процесів і явищ. Виявлено, що найпридатнішими пакетами, які можна достатньо ефективно застосовувати для прогнозування педагогічних процесів, є комп'ютерний додаток fuzzy Logic Toolbox і програма fuzzy TECH.

Ключові слова: педагогічне прогнозування; теорія нечітких множин; теорія нечіткої логіки; функція приналежності; комп'ютерні програми нечіткої логіки.

1. ВСТУП

Актуальність теми дослідження зумовлена тим, що педагогіка, як наука має «працювати» на випередження результатів спостереження. Завжди будь-якій людині було притаманне бажання заглянути за горизонт того, що може бути в майбутньому, а тим більше педагогу, який не відразу відчуває і бачить результати своєї професійної діяльності. Уміння передбачати не тільки плоди своєї роботи, а й шляхи досягнення поставлених навчально-виховних цілей, процесуально-керуючі дії і фактори, що впливають на ці процеси, стають злободенною потребою сучасної педагогіки. У сьогоденні спроможність передбачати і прогнозувати майбутнє педагогічних явищ, процесів та об'єктів і здатність ефективно впливати на них, є однією із самих головних проблем педагогічної науки. Нині як перед науковцями-теоретиками, так і перед практиками сфери освіти (учителями, викладачами, майстрами виробничого навчання, методистами, управлінцями різних категорій) постає питання не тільки усвідомити можливості впливу самої людини на розвиток освітніх процесів, але й розібратися у функціонуванні і поведінці окремо взятих навчальних і виховних систем, зрозуміти як взаємодіють її елементи; осмислити вплив об'єктивних чинників на освітні процеси і суб'єктивну роль в них педагогів і тих, кого навчають. Сучасне суспільство вимагає перед дослідниками розв'язання цих складних і важливих завдань.

У педагогіці людина набагато частіше, ніж в інших галузях знань має справу з нечіткими поняттями і приблизними величинами, а не тільки зі строго визначеними об'єктами і точно обчисленими значеннями. Такі висловлення, у яких використовують ключові слова як «*майже*», «*небагато*», «*приблизно*», «*мало-мальськи*», «*начебто*» і тому подібні, у цій науці є нормою вживання. Тому для прогнозування педагогічних процесів і явищ саме життя підштовхує дослідників використовувати нові напрямки формалізації людських висловлень, зокрема, *теорію нечіткої логіки* і *теорію нечітких множин*.

На основі понять, представлених нечіткими множинами і нечіткою логікою, можна інтерпретувати людські міркування, які надалі можна використовувати для

процесу моделювання і прогнозування педагогічних взаємодій. Але реалізувати цей процес без використання комп'ютерних програмних засобів дуже проблематично. Для цього, перш за все, треба знати ідеї, що лежать в основі програмних алгоритмів, можливості програмних продуктів та технології їх використання. Тому оглядовий розгляд комп'ютерних пакетів щодо прогнозування педагогічних процесів і явищ для дослідників такого профілю є дуже корисним і *актуальним*.

Історія та аналіз останніх досліджень і публікацій. Перший етап у розробці теорії нечітких множин з позиції невизначеності були закладені видатним німецьким фізиком В. Гейзенбергом ще в 30-і роки минулого сторіччя. Ним було введено значення TRUE і FALSE як два граничних випадки повного спектру невизначеності. Квантові основи теорії дозволили включати середню частину істинної величини у бінарну логічну основу. Приблизно у той же час польський математик Я. Лукашевич (J. Lukasiewicz) першим формально розробив тризначну логічну систему і потім розширив діапазон істинних величин до всіх дійсних чисел в інтервалі $[0,1]$. Трохи пізніше англійський науковець М. Блек (M. Black) застосував теорію безупинної логіки до множин елементів і символів. Практично він визначив першу функцію приналежності, поняття якої потім стало наріжним каменем при переході від чітких висловлень до нечіткого опису.

З опублікування в 1965 р. роботи «Fuzzy sets» («Нечіткі множини») американським дослідником Л. Заде почався новий етап розвитку теорії нечітких множин. Він сформулював принцип несумісності, суть якого полягала в тому, що чим складніше система, тим трудніше описати її точно, і в той же час, щоб ці описи мали практичне значення про її поведінку. Для систем, складність яких перевищує деякий рівень межі, характеристики точність і практичний сенс стають майже виключними одна до одної. За такої точки зору до трактування поняття «невизначеність», виникає проблема трьох складових: 1) із *неоднозначністю*, 2) із *неясністю* та 3) із *неоднозначністю і з неясністю одночасно*.

Проблему з неоднозначністю було вирішено Л. Заде, Р. Беллманом (R. Bellman), Х. Танакою (H. Tanaka), Х. Циммерманом (H. Zimmermann). Вони розглядали ухвалення рішення при нечітких цілях і нечітких обмеженнях, що представляли гнучкість цільової функції й еластичність обмежень.

Проблема з неясністю полягала в тому, що було необхідно розв'язувати завдання не з нечіткими цілями й обмеженнями, а з нечіткими коефіцієнтами цільової функції і коефіцієнтами обмежень. Уперше систему лінійних рівнянь з неоднозначними коефіцієнтами досліджували Д. Дюбуа (D. Dubois) і А. Прад (H. Prade), потім дослідження рішення таких рівнянь були продовжені Х. Танакою (H. Tanaka), К. Окуда (K. Okuda), К. Асаї (K. Asai), С. О. Орловським та ін.

Третя проблема, що пов'язана з *неоднозначністю коефіцієнтів і нечіткістю переваги особи, яка приймає рішення*, вперше була сформульована Ц. Негойтою (C. Negoita), а потім розвинена С. О. Орловським та іншим авторами.

Важливою віхою в становленні й використанні теорії нечітких множин стала доведеність знаменитої *теорему FAT* (Fuzzy Approximation Theorem — теорема нечіткої апроксимації) дослідником Б. Коско (B. Kosko) у 1993 р. Сутність її доказу складалася у властивості універсальності, відповідно до якої будь-яка система може бути апроксимована системою, що заснована саме на нечіткій логіці.

Серед науковців сучасності, що займалися проблемами прогнозування соціальних систем можна виділити І. В. Бестужева-Ладу, О. І. Карманчікова, О. Б. Кірик, Л. О. Кудринську, Г. О. Наместнікову, В. М. Сафронова, К. І. Ставицьку, а тих, хто вивчає прогнозування педагогічних систем, процесів та явищ — В. П. Беспалько, Б. С. Гершунський, Л. М. Ланда. Дослідників, які б використовували теорію нечітких множин у педагогічній галузі можна перелічити на пальцях, серед них І. В. Вешнева

[1], І. П. Підласий. Але ж ніхто з них не займався цією проблемою предметно, особливо з досягненням практичних результатів за допомогою комп'ютерної техніки, тому тема, що винесена у назву статті, є дуже *актуальною* і необхідною для фахівців, які займаються педагогічним прогнозуванням.

Метою статті є показ інтерпретації педагогічних висловлювань в теорії нечітких множин й огляд тих програмних пакетів, які можна використовувати для педагогічного прогнозування.

2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Педагогічні висловлювання як елементи нечіткої множини

Поняття *множини*, як сукупності, належить до числа найпростіших математичних понять, воно не визначається, але може бути пояснено за допомогою прикладів. Так, можна говорити про множину методичних прийомів, що складають основу методу навчання, показувати множину оцінок за дисципліною, використовувати множину освітніх технологій, враховувати множину суджень викладачів і т.ін. Методичні прийоми методу навчання, оцінки, технології, судження є елементами відповідної множини. Щоб визначити множину, досить указати характеристичні властивості елементів, тобто таку властивість, якою володіють всі елементи цієї множини і тільки вони. Може статися, що даною властивістю не володіє взагалі жоден предмет; тоді говорять, що властивість визначає *порожню множину*.

У математиці звичайна множина визначається цими елементами. Приналежність будь-якого елемента x з універсальної множини X множини A може бути представлена двома станами (значеннями): 0 (не належить – «Ні») або 1 (належить – «Так»).

Твердження про те, що елемент x є чи не є елементом множини A , можна виразити за допомогою так званої *функції приналежності* $\mu_A(x)$, яку часто в літературі називають *характеристичною функцією* множини A :

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } x \in A; \\ 0, & \text{якщо } x \notin A. \end{cases}$$

Знак \in позначає «належить», а \notin – навпаки, «не належить».

Наприклад, нехай ми маємо множину педагогічних величин, що визначається набором усіх позитивних цілих чисел $X = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, \dots, n\}$ і множину (її найчастіше називають *підмножиною*) психологічних величин A , що визначається парними числами з X , меншими 10. Тоді множину A можна записати як $\{2, 4, 6, 8\}$ а відповідні значення функції приналежності, виразити в такий спосіб:

$$\mu_A(x=1) = 0; \mu_A(x=2) = 1; \mu_A(x=3) = 0; \mu_A(x=4) = 1;$$

$$\mu_A(x=5) = 0; \mu_A(x=6) = 1; \mu_A(x=7) = 0; \mu_A(x=8) = 1;$$

$$\mu_A(x=9) = 0; \mu_A(x=10) = 0; \mu_A(x=3) = 0; \mu_A(x=n), \text{ якщо } n > 8.$$

У цьому випадку визначення приналежності будь-якого елемента з X множини A не викликає утруднень. Однак у реальній педагогічній практиці така двозначність (належить — не належить) найчастіше дуже проблематична, тому що не завжди вона очевидна. Вона утруднюється і тим, що в аналізі педагогічної ситуації враховується багато факторів і причин, а саме головне, що ті фахівці (їх називають експертами), які аналізують й оцінюють їх, часто самі висловлюють протилежні точки зору на той же самий предмет розгляду. Іноді навіть один і той же експерт у різних умовах оцінює ситуацію по-різному. Це залежить від глибини розуміння суті проблеми в той чи інший

момент часу, його психічного, фізіологічного стану, настрою, цілей й т. ін.

Отже, у звичайній (чіткій) теорії множин функція приналежності елемента x підмножині A може приймати два значення: $\mu_A(x) = 1$, якщо $x \in A$ і $\mu_A(x) = 0$, якщо $x \notin A$. У теорії нечітких множин функція приналежності елемента x підмножині A може приймати будь-яке значення на відрізку $[0, 1]$ тобто $\mu_A(x) \in [0, 1]$, а не тільки бути одним із двох значень $\{0, 1\}$, як у випадку індикаторів звичайних множин. Ця властивість нечітких множин забезпечує можливість множинного представлення реальних неточних понять, у яких перехід від неприналежності до приналежності відбувається поступово. Саме так можна наблизитися до реального багатобарвного педагогічного світу, де немає нічого абсолютного, а все саме головне й відбувається у туманній області між «так» (1) і «ні» (0).

У педагогіці, викладачеві або учню (студенту), як правило, легше окреслити якісь процеси чи явища навчально-виховної дійсності на рівні словесних описів, тобто — у неформалізованому вигляді. Людині зручніше використовувати якісні нечіткі оцінки типу «багато», «мало», «досить високий», «далеко», «дуже близько», «швидко», «дуже повільно», «середня» (наприклад, підготовка), «занадто слабка» і т. ін.

Допустимо, що $X = \{\text{«Кембриджський університет»}, \text{«Стенфордський університет»}, \text{«Московський державний університет»}, \text{«Київський національний університет»}\}$ — є множина престижних університетів світу. Тоді нечітка множина $A = \text{«Відмінний університет»}$ може бути визначене так:

$$A = \{(Кембридж / 1), (Стенфорд / 0,8), (МДУ / 0,3), (КНУ / 0,1)\},$$

де цифри, що стоять біля назв, виражають ступінь відображення (наближення) поняття «Відмінний університет».

Ясно, що функція приналежності для кожної нечіткої множини визначається, узагалі кажучи, суб'єктивно. Для нашого прикладу, вигляд функції приналежності нечіткої множини відбиває точку зору оцінки незалежного довідника «F1 Study, 2010», з яким, можливо, будуть згодні не всі читачі.

Наприклад, у теорії мотивації А. Маслоу [2] ієрархія базових цінностей людини визначається такими показниками (за 100 бальною шкалою): *Самоактуалізація* (100 ум. балів), *Повага-Визнання* (80), *Любов-Дружба* (70), *Безпека* (60), *Фізіологічні потреби* (30). Якщо за нечітку множину взяти психологічне поняття «Фрустрація» (це психічний стан, викликаний неуспіхом у задоволенні потреби чи бажання), то його можна виразити такою нечіткою множиною:

$$\text{Фрустрація} = \{(Самоактуалізація / 0,1), (Повага-Визнання / 0,4), (Любов-Дружба / 0,8), (Безпека / 1,0), (Фізіологічні потреби / 0,6)\},$$

або записати в такому вигляді:

$$\text{Фрустрація} = \{(100 / 0,1), (80 / 0,4), (70 / 0,8), (60 / 1,0), (30 / 0,6)\}.$$

З цієї формули видно, що фрустрація потреби в безпеці приводить до того, що людині важко сконцентрувати свої зусилля на реальних потребах більш високого рівня, зокрема на самоактуалізації, тобто на потребі людини розвивати і реалізовувати свій потенціал. Згідно А. Маслоу, безпека відіграє особливо сильну роль у житті невротичних особистостей, якими, на жаль, і є здебільшого наші студенти [3, с. 98].

Функції приналежності $\mu_A(x)$ відбивають кількісно ступінь точності нашого знання чи уявлення про складний предмет розгляду. Поняття «Відмінний університет» і «Фрустрація» за своїм змістовим сенсом є нечіткими, розмитими, що не мають однозначної межі. Ці множини можна виразити в різних вербальних шкалах виміру, наприклад у таких:

Не істинно (0), *Слабкий рівень істинності* (0,1–0,3), *Значний рівень істинності* (0,4–0,5), *Високий рівень істинності* (0,6–0,7), *Майже виразно істинно* (0,8–0,9), *Виразно істинно* (1,0).

Нема відповідності (0), Легка відповідність (0,1–0,2), Помірна відповідність (0,3–0,6), Сильна відповідність (0,7–0,9), Повна відповідність (1,0).

Низький рівень (наприклад, підготовки) (0), Досить низький (0,2), Начебто низький (0,3–0,4), Середній (0,5), Начебто високий (0,6–0,7), Досить високий (0,8), Високий (0,9), Дуже високий (1,0).

Нечіткість поняття викликана нечіткістю, розмитістю його змістового сенсу, як кажуть, «розмитістю його семантики» [4]. Можна навести багато інших причин і джерел появи нечіткості: неточність вихідної інформації, неточність виміру, нечітке уявлення про ступінь переваги чи корисності тієї чи іншої властивості і т. ін. Уведення поняття нечіткості було обумовлено проблемами, пов'язаними з кількісним вираженням вербальних (словесних) суджень.

Під *нечіткою множиною* розуміється множина без чітких, визначених меж. Вона може містити елементи тільки з частковим ступенем приналежності. Отже, стає зрозумілим просте визначення нечіткої множини: *нечітка множина є класом об'єктів, у яких може не бути різкої межі між об'єктами, що входять і не входять до цього класу* [4].

Незважаючи на розмитість границь нечіткої множини A , вона може бути точно визначена зіставленням кожного елементу x числа, яке лежить між 0 і 1 , що представляє його приналежність до A .

У теорії нечітких множин *функція приналежності* відіграє ключову роль, тому що вона є основною характеристикою нечіткого об'єкта, а всі дії з нечіткими об'єктами виконуються через операції з їхніми функціями приналежності. Визначення функції приналежності — це перша і дуже важлива стадія, що дозволяє потім оперувати з нечіткими об'єктами.

Питання полягає в тому, як визначити ступінь приналежності в кожному конкретному випадку. Дійсно, побудова функції приналежності носить суб'єктивний характер. Наприклад, функція приналежності поняття «*зовнішній конфлікт*» (мова йде про конфлікт поза себе) мовою теорії нечітких множин буде записана в такий спосіб:

$$\text{Зовнішній конфлікт} = \{20/0,01 + 20/0,9 + 20/0,5 + 10/0,5 + 10/0,2 + 10/0,1\}.$$

Тут знак «+» не є позначенням операції додавання, а має значення (сенс) об'єднання.

Число 20 означає показник рівня конфліктності особи з вираженою екстраверсією, а число 10 — показник конфліктності особи з вираженою інтроверсією. Кожному з цих значень *Екстравертів-Інтровертів* відповідає міра близькості, наприклад, з урахуванням стилю поведінки цих індивідів у зовнішньому конфлікті (за класифікацією американського психолога Р. Томаса). Для *співробітництва* ця величина складає 0,01, для *суперництва* — 0,9, для *компромісу* — 0,5, для *приспосовування* — 0,2 і для *унікнення конфлікту* — 0,1. З перерахованих стилів тільки один — *співробітництво* — є активним і ефективним у сенсі визначення результату конфліктної ситуації. Найбільш конфліктним вважається другий активний стиль — *суперництво* (коефіцієнт близькості — 0,9); запобігання і пристосування характеризуються пасивною формою поведінки, тому їм міра близькості приділяється менша (0,1 і 0,2). Компроміс займає як би проміжне положення, поєднуючи в собі й активну і пасивну форми реагування (йому приділяється коефіцієнт 0,5).

Якщо розглядати нові судження щодо базового поняття «конфлікт», то в теорії розпливчастих множин їх можна представити так:

$$\text{Інцидент} = \text{конфлікт}^2 \text{ (конфлікт у квадраті);}$$

$$\text{Виклик} = \text{конфлікт}^3 \text{ (конфлікт у кубі);}$$

$$\text{Ескалація} = \text{конфлікт}^4 \text{ (конфлікт у четвертому ступені).}$$

Отже, функція приналежності є гіпотезою, що відбиває суб'єктивну оцінку, сприйняття експерта (групи експертів), однак за допомогою цієї функції дослідник

одержує можливість використання апарату, що дозволяє робити аналіз і оцінку існуючих альтернатив.

Не існує строгих правил, які могли б бути використані для вибору відповідної функції приналежності, як і не існує методів оцінки правильності і коректності функцій приналежності, висунутих різними способами. Методи, використовувані для побудови функції приналежності, повинні бути досить гнучкими, щоб вони могли легко перебудовуватися для оптимізації дії алгоритмів, що використовують ці функції приналежності. Проблема вибору функції приналежності важлива і тому, що ефективність багатьох алгоритмів залежить від форми використовуваної функції приналежності.

З огляду на те, що різкої границі між елементами, які входять і не входять в яку-небудь множину, може і не бути, ми часто не можемо дати чітку відповідь на питання про значення функції приналежності в межах традиційної формальної логіки. Вихід з цієї ситуації було запропоновано професором Каліфорнійського університету Лотфі Заде (Lotfi A. Zadeh), що ще в 1965 році розробив основи теорії нечітких множин.

2.2. Програмні пакети на ідеях теорії нечітких множин

Першу програмну реалізацію ідей теорії нечітких множин і теорії нечіткої логіки було зроблено на початку 90-х рр. XX століття у комп'ютерному пакеті *CubiCalc*, розробленого американською фірмою HyperLogic. Довгий час для широкої аудиторії користувачів цей програмний пакет залишався недосяжним і конфіденційним, тому що він був заборонений американським Комітетом з контролю за експортом (COCOM), у зв'язку з використанням його в американській програмі «Стратегічна оборонна ініціатива».

У пакеті було реалізовано засоби для введення і представлення даних, а саме: формування правил висновку, опису нечітких множин. У ньому можна автоматично будувати нечіткі правила (за допомогою модуля *RuleMaker*), контролювати кожен крок обчислень, генерувати мовою Сі тексти, що містять алгоритми роботи нечіткої системи, які потім можуть бути убудовані в додатки користувача.

Виконуючи будь-який проект у пакеті *CubiCalc*, найчастіше усього виконують кілька етапів його реалізації, а саме: *ініціалізацію, уведення вхідних даних, передобробку інформації, виконання правил нечітких множин, постобробку інформації, висновок отриманих даних, моделювання процесу прогнозування* [5].

На початку 90-х рр. у Німеччині було розроблено ще один пакет роботи з нечіткими множинами — *WINROSA*. У ньому також можна реалізувати принципи теорії нечітких множин через послідовність таких кроків: *визначити сам проект, сформувані нечіткі правила, зменшити їх кількість, проаналізувати результати роботи, експортувати дані в інші додатки*.

Під час роботи з цим пакетом спочатку визначаються вхідні і вихідні змінні. Вхідні змінні є передумовами правил типу «якщо..., то...», а вихідні — висновки цих правил. Лінгвістичні змінні і функції приналежності повинні бути визначені перед формуванням нечітких правил. Для правильної оцінки простору пошуку користувач повинен виділити максимальне число значимих лінгвістичних співвідношень. Для малих просторів пошуку, найчастіше застосовують метод повного перебору, а для великих — еволюційні процедури пошуку. Наразі збавляються від правил, що цілком перекриваються кращими варіантами, крім того, кожному правилу додають вагу (між нулем і одиницею), яка показує, як правильно це правило підтверджується наявними даними. Тут формуються не тільки позитивні правила, які виражають рекомендації, але й негативні, що визначають заборони і застереження. Результатом стає множина прийнятних правил. Якщо результат складається з узагальнюючих правил, то можуть мати місце різні перекриття правил і

навіть конфлікти між ними. Хоча подібні явища вирішуються при деффазифікації (перехід до чіткого значення величини з максимальним ступенем приналежності), рекомендується на цьому етапі зменшити кількість використовуваних правил, наскільки це можливо. Це приводить до більшої прозорості рішення і скорочення часу обчислень.

Для аналізу результатів правила повинні бути перевірені на вірогідність, наразі важливу роль відіграє вага кожного правила. Високі значення цієї величини свідчать про явну залежність між змінними, у той час як малі — про слабку кореляцію між змінними в даному правилі. Наразі повинна виконуватися умова, яка, принаймні, повинна виконувати хоча б одне правило для кожної вхідної ситуації [6].

Результати виконаних дій можна зберігати у файлах, з розширеннями яких вони можуть використовуватися в імітаційних задачах (наприклад, у програмі DORA), або в пакеті нечіткої логіки fuzzy TECH.

Програма *fuzzy TECH* розроблена компанією INFORM Gmb (Inform Software Corporation, Німеччина). Вона призначена для створення і дослідження різноманітних моделей нечіткої логіки в графічному режимі. У цьому програмному пакеті є можливість перетворювати створювану модель у програмний код однієї з мов програмування з можливістю його подальшого використання в програмованих мікроконтролерах.

Пакет *FuziCalc* фірми FuziWare — це перша у світі електронна таблиця, що дозволяє працювати як з точними числовими значеннями, так і з приблизними, «нечіткими» величинами. Робота у цій програмі дуже проста, необхідно неточно відоме значення позначити як «fuzzy» і в спеціальному вікні побудувати його функцію розподілу, але так, як ви її саме й представляєте, наприклад: «Мінімальну кількість використовуваних методів на занятті я оцінюю у 3, максимальну у — 8, найбільш ймовірним вважаю діапазон від 4 до 6». Функція розподілу при цьому буде мати дуже просту трапецієподібну форму. Уведене значення займе своє місце у полі електронної таблиці у вигляді так званого «центроїда» — величини, яка аналогічна математичному чеканню в теорії ймовірностей. Тепер користувач може працювати з інформацією, але ж вона буде оброблятися в системі нечіткої множини. Якщо в процесі обчислень використовуються нечіткі педагогічні величини, то результат також буде мати вигляд функції розподілу близької до людського спілкування, наприклад: «Очікуваний обсяг навчального матеріалу буде складати від 36 до 54 академічних годин, найбільш ймовірний діапазон — від 47,7 до 51 академічної години».

Розрахунки з нечіткими числами можна робити й у звичайній офісній програмі Excel фірми Microsoft, для цього створена спеціальна надбудова *Fuzzy for Excel* (виробник фірма Inex).

Установка і використання цієї надбудови дуже прості. У панелі основної програми додаються кілька інтуїтивно зрозумілих кнопок і виконуються необхідні дії. Пакет дозволяє робити оцінні розрахунки педагогічної реальності методом нечітких обчислень за допомогою усіх функцій Excel, для яких нечіткість може мати певний сенс (для 27 математичних і 12 фінансових функцій).

Пакет *FIDE* (Fuzzy Inference Development Environment — нечітке навколишнє середовище розвинуеного виводу) розробки американської фірми Artronix є засобом для створення і використання нечітких систем виводу. Ядром цієї системи є компілятор, що застосовує англійський синтаксис для позначення змінних, правил і функцій приналежності. Як вхід система використовує текстовий формат, який представляє значну гнучкість для користувача. Попри це, він може скористатися будь-яким текстовим редактором, включаючи і власний для побудови і зміни правил. До складу пакету входить матричний редактор правил з метою більш ефективної їх розробки і графічний редактор відображення функції приналежності. Система FIDE також забезпечена повним набором засобів візуалізації і налагодження. Користувач має можливість переглянути

розроблювальну систему нечіткого висновку в тривимірному просторі [7].

Самим потужним на сьогодні є додаток *fuzzy Logic Toolbox* до пакету матричної лабораторії *MatLab* (виробник — фірма MathWorks). Він відрізняється від подібних комп'ютерних програм тим, що має єдину інтегровану систему використання (сумісно з *Simulink* та іншими додатками цього пакету), дружній інтерфейс, широкий набір функціональних можливостей і здатність візуалізації отриманих результатів.

3. ВИСНОВКИ

Отже, педагогічні висловлювання, які найчастіше реалізуються через нечіткі поняття і приблизні величини можна достатньо точно інтерпретувати, використовуючи для цього апарат теорії нечітких знань. Формалізація таких процесів закладена в програмних пакетах, що реалізують логіко-математичні ідеї теорії нечітких множин і теорії нечіткої логіки. Математичний апарат таких комп'ютерних засобів є дуже придатним інструментарієм для формалізації розпливчастих людських міркувань педагогічної реальності. З педагогічними висловлюваннями як елементами нечіткої множини можна виконувати операції так само, як це роблять у математиці із звичайними змінними, тому процес знаходження педагогічних закономірностей носить досить простий характер. Використання такого апарату через сучасні програмні засоби дуже спрощує обробку нечітких логічних операцій, що створює підґрунтя для одержання об'єктивного педагогічного прогнозу.

Огляд програмного забезпечення, яке потенційно може бути використано для розв'язання завдань педагогічного прогнозування показав, що серед пакетів нечіткої логіки є обмежена кількість програмних засобів, додатків та модулів, які придатні обробляти вербальну педагогічну інформацію. Більшість із них має суто прикладний характер (технічний, економічний та ін.), який не орієнтований на прогностичне розв'язання проблем розвитку і виховання підростаючого покоління. Найпридатнішими пакетами, які можна достатньо ефективно застосовувати для прогнозування дидактичних процесів, є додаток *fuzzy Logic Toolbox* і програма *fuzzy TECH*. Саме вони мають простий для педагога-дослідника інтерфейс програми, зрозумілий набір користувацьких функцій і широкий вибір можливостей наочного представлення матеріалу, який обробляється. Головним достоїнством цих інформаційних технологій є те, що вони мають дуже могутній математичний апарат обробки нечіткої інформації, високу достовірність і вірогідність отриманих педагогічних прогнозів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вешнева И. В. Математические модели в системе управления качеством высшего образования с использованием методов нечеткой логики : монографія / И. В. Вешнева. — Саратов : Изд-во «Саратовский источник», 2010. — 187 с.
2. Маслоу А. Мотивация и личность / А. Маслоу ; пер. А. М. Татлыбаевой. — СПб. : Евразия, 1999. — 478 с.
3. Мотивирующий потенциал оценивания / С. В. Ломако, Н. И. Андреев, О. Я. Андреева // Оценивание: образовательные возможности : сб. науч. метод. статей. Вып. 4. — Мн. : БГУ, 2006. — 257 с. — (Современные технологии университетского образования).
4. Птускин А. С. Нечеткие модели и методы в менеджменте : учебное пособие / Александр Соломонович Птускин. — М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. — 216 с.
5. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации / [В. В. Корнеев, А. Ф. Гареев, С. В. Васюгин и др.]. — М. : Нолидж, 2000. — 352 с.
6. Зайченко Ю. П. Нечеткие модели в интеллектуальных системах : учеб. пособ. для студ. высших учеб. завед. — К. : «Слово», 2008. — 344 с.
7. Ротштейн О. П. Діагностика на базі нечітких відношень в умовах невизначеності : монографія /

О. П. Ротштейн, Г. Б. Ракитянська. — Вінниця : Універсум-Вінниця, 2006. — 275 с.

Матеріал надійшов до редакції 10.09.2013 р.

ПРОГРАММНЫЕ ПАКЕТЫ ДЛЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Коляда Михаил Георгиевич

доктор педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой информационной защиты и гражданской безопасности

Институт последипломного образования инженерно-педагогических работников Университета менеджмента образования НАПН Украины, г. Донецк, Украина
kolyada_mihail@mail.ru.

Аннотация. В статье рассматриваются программные пакеты, которые используются для педагогического прогнозирования на основе теории нечетких множеств. Показано, как на основе понятий, представленных нечеткими знаниями, можно интерпретировать человеческие суждения, которые в дальнейшем можно использовать для процесса моделирования и прогнозирования педагогических взаимодействий. Целью статьи является показ интерпретации педагогических высказываний в теории нечетких множеств и обзор тех программных пакетов, которые можно использовать для прогнозирования дидактических процессов и явлений. Выявлено, что наиболее пригодными пакетами, которые можно достаточно эффективно применять для прогнозирования педагогических процессов, является компьютерное приложение fuzzy Logic Toolbox и программа fuzzy TECH.

Ключевые слова: педагогическое прогнозирование; теория нечетких множеств; теория нечеткой логики; функция принадлежности; компьютерные программы нечеткой логики.

SOFTWARE PACKAGES FOR PEDAGOGICAL FORECASTING ON THE BASIS OF THE THEORY OF INDISTINCT SETS

Mykhailo H. Koliada

doctor of pedagogical sciences, professor, the head of the Department of information protection and civil safety Institute of Post-graduate Education of Engineering-pedagogical Workers of University of Management in Education of the NAPS of Ukraine, Donetsk, Ukraine

kolyada_mihail@mail.ru.

Abstract. In the article software packages which are used for pedagogical forecasting on the basis of the theory of indistinct sets are considered. It is shown as on the basis of the concepts presented by indistinct knowledge it is possible to interpret human judgments which can be used further for process of modeling and forecasting of pedagogical interactions. Article's purpose is display of interpretation of pedagogical statements in theories of indistinct sets and the review of those software packages which can be used for forecasting of didactic processes and the phenomena. It is revealed that the most suitable packages which can be applied effectively enough to forecasting of pedagogical processes is the computer appendix fuzzy Logic Toolbox and the program fuzzy TECH.

Keywords: pedagogical forecasting; the theory of indistinct sets; the theory of indistinct logic; accessory function; computer programs of indistinct logic.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Vethneva I.V. Century Mathematical models in a control system of quality of higher education with use of methods of indistinct logic : Monograph / S. V. Vethneva. — Saratov : Publishing house «Saratov source», 2010. — 187 p. (in Russian)
2. Maslou A. Motivation and the person / A. Maslou; translation. A. M. Tatlibaeva. — SPb. : Eurasia, 1999. — 478 p. (in Russian)

3. The motivating potential estimations / C. V. Lomako, N. I. Andreev, O. Y. Andreeva // Estimation : educational opportunities: The collection of scientific articles-methodical of articles. V. 4. — Minsk : BGU, 2006. — 257 p. (modern technologies of university education). (in Russian)
4. Ptuskin A. S. Indistinct models and methods in management: the Manual / Alexander Solomonovich Ptuskin. — Moscow : Publishing house of MGTU name N. E. Bauman, 2008. — 216 p. (in Russian)
5. Databases. Intellectual processing of the information / V. V. Korneyev, A. F. Gareyev, S. V. Vasutkin, etc. — Moscow : Nolidj, 2000. — 352 p. (in Russian)
6. Zajchenko J. P. Indistinct models in intellectual systems. The grant for students the higher studies. — K. : «Word», 2008. — 344 p. (in Russian)
7. Rotshtejn O. P. Diagnostics on the basis of indistinct relations in the conditions of uncertainty : Monograph / O. P. Rotshtejn, G. B. Rakitjansky. — Vinnitsa : Universum-Vinnitsa, 2006. — 275 p. (in Ukraine)