

СТРАТЕГІЯ, ЗМІСТ ТА НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ СПЕЦІАЛІСТІВ З ВИЩОЮ ТЕХНІЧНОЮ ОСВІТОЮ

УДК [378+377]:519.6

**О. Б. Мокін, д-р. техн. наук, доц.; О. М. Мензул, асп.;
В. М. Мізерний, канд. техн. наук, доц.;
Б. І. Мокін, д-р. техн. наук, проф., акад. НАПН України**

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУ РІВНЯ КВАЛІФІКАЦІЇ, ЯКУ ОТРИМАЄ КОЖНИЙ СТУДЕНТ В РЕЗУЛЬТАТІ ОСВОЄННЯ РОБІТНИЧОЇ ПРОФЕСІЇ (ЧАСТИНА 1: ФОРМАЛІЗАЦІЯ, СТРУКТУРИЗАЦІЯ І ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ ЗАДАЧІ)

Для прогнозу рівня кваліфікації, яку отримає кожний студент в результаті освоєння робітничої професії, запропоновано математичну модель у вигляді нечіткої бази знань, побудованої з використанням теорії лінгвістичної змінної. У цій статті, яка є першою із запланованих трьох, здійснено формалізацію, структуризацію і параметризацію задачі.

Постановка задачі та початкові передумови

Як показано в роботі [1], «у Вінницькому національному технічному університеті (ВНТУ) створені всі умови для розкриття потенціалу студентів та підвищення їх конкурентоспроможності на ринку праці завдяки реалізації ідеї інтеграції навчання з виробництвом, запозиченої у кращих університетів США та Канади і адаптованої до наших умов в дев'яностих роках минулого століття [2]». Суть цієї ідеї полягає в тому, що на перших двох курсах студенти паралельно з вивченням теоретичних основ своєї майбутньої інженерної спеціальності освоюють корельовану з нею робітничу професію, за якою на третьому курсі протягом одного триместру працюють в організаціях і на підприємствах на робочих місцях. Завдяки цьому ці студенти, по-перше, на старших курсах вивчають спеціальні дисципліни, спираючись на набуту практику застосування спеціальних знань на виробництві, а по-друге, ставши інженерами, попадають у виробниче середовище, уже маючи досвід поведінки в ньому, і не витрачають час на адаптацію.

Оскільки кафедри університету мають різні можливості надання своїм студентам робітничих професій, а самі студенти мають неоднакову мотивацію і неоднакові здібності, то важливо мати математичну модель, за допомогою якої можна було б спрогнозувати ще до початку процесу освоєння студентами робітничих професій той рівень кваліфікації, який вони здатні отримати в кінці цього процесу. Адже завдяки такому прогнозу кафедра може вчасно спланувати і втілити в життя ті заходи, яких необхідно вжити для того, щоб усі студенти вийшли на робочий триместр 3-го курсу з посвідченнями офіційно визнаної робітничої кваліфікації на рівні 4-го, 3-го чи, принаймні, хоча б 2-го розряду.

Для побудови такої математичної моделі у формі нечіткої бази знань з використанням теорії лінгвістичної змінної [3] нам знадобиться цикл із трьох статей, у першій з яких формалізуємо задачу, а також здійснимо її структуризацію і параметризацію. У другій статті цього циклу побудуємо власне саму математичну модель у формі відповідної нечіткої бази знань та здійснимо її алгоритмізацію. А у третій статті наведемо приклади використання цієї моделі в конкретних задачах прогнозу.

В процесі побудови нашої математичної моделі будемо використовувати теоретичний ма-

теріал, викладений не лише в роботі [3], але і в роботах [4–6].

Виклад основного матеріалу

Виклад основного матеріалу почнемо з визначення тих лінгвістичних змінних, на множині яких здійснюватиметься синтез математичної моделі прогнозу рівня кваліфікації, отриманої студентами в результаті освоєння робітничої професії.

Одразу ж акцентуємо увагу на тому, що і у цій і в наступних двох статтях ми використовуємо таку ж термінологію і такі ж поняття теорії лінгвістичної змінної, які використані в роботах [4–6].

На наш погляд, для синтезу вищевказаної моделі прогнозу рівня кваліфікації достатньо задати дев'ять лінгвістичних змінних, а саме:

x_{111} — рівень якості викладання теоретичних основ професії викладачем;

x_{112} — рівень доступу студента до електронних і друкованих джерел викладення теоретичних основ професії;

x_{121} — рівень внутрішньої мотивації студента до вивчення теоретичних основ професії;

x_{122} — рівень здібностей студента до вивчення теоретичних основ професії;

x_{211} — рівень відповідності навчального обладнання задачам освоєння студентом практичних навиків професії;

x_{212} — рівень доступу студента під час практичних занять до навчального обладнання, виділеного для освоєння практичних навиків професії;

x_{221} — рівень внутрішньої мотивації студента до освоєння практичних навиків професії;

x_{222} — рівень здібностей студента до освоєння практичних навиків професії;

y — рівень кваліфікації, отриманої студентом в результаті освоєння робітничої професії.

Очевидно, що математична модель прогнозу рівня кваліфікації як вихідної лінгвістичної змінної є функцією від перерахованих вище восьми вхідних лінгвістичних змінних, тобто, в узагальненому вигляді цю математичну модель можна записати так:

$$y = f(x_{111}, x_{112}, x_{121}, x_{122}, x_{211}, x_{212}, x_{221}, x_{222}). \quad (1)$$

Оскільки в узагальненій моделі усі лінгвістичні змінні відносяться до одного типу — «рівень чогось», то структурувати їх можна однією і тією ж множиною термів, а саме:

$$\text{«високий (В)», «достатній (Д)», «середній (С)», «низький (Н)»,} \quad (2)$$

що відповідає оцінкам:

$$\text{«відмінно (5)», «добре (4)», «задовільно (3)», «незадовільно (2)»} \quad (3)$$

за 5-бальною системою оцінок і розрядам:

$$\text{«четвертий (4р)», «третій (3р)», «другий (2р)», «перший (1р)» —} \quad (4)$$

у 7-розрядній кваліфікаційній сітці.

Тут варто нагадати, що перший розряд присвоюється тим робітникам, хто вперше переступив поріг якоїсь виробничої структури без попереднього навчання і ще нічого не вмів робити, а основна маса випускників професійно-технічних училищ отримує третій розряд. Але багато випускників із числа тих, у кого при правій функціональній руці «обидві руки ліві», отримують по закінченню навчання робочій професії другий розряд, а ті випускники, у кого «золоті руки», отримують одразу четвертий розряд.

В разі, якщо ми захочемо ідентифікувати математичну модель (1) нечіткою базою знань, то, користуючись методикою, викладеною в роботі [6], знайдемо, що нам потрібно буде використати при цьому кількість правил, що дорівнює $(4)^8 = 65536$. Працювати з такою кількістю правил — заняття не з приємних, особливо в разі недостатньої кількості апріорної інформації і необхідності для складення цих правил використовувати не комп'ютеризовану методику, викладену в роботі [4], а експертів.

А тому нам є сенс, як і у роботах [4–6], використати ієрархічний принцип побудови бази

знань для ідентифікації залежності (1), завдяки використанню якого необхідна для ідентифікації цієї залежності кількість правил суттєво зменшується.

Для нашої задачі тривірневе дерево нечіткого виведення матиме вигляд, показаний на рис. 1.

Як бачимо з цього рисунку, між вихідною лінгвістичною змінною y та вхідними лінгвістичними змінними $x_{111}, x_{112}, x_{121}, x_{122}, x_{211}, x_{212}, x_{221}, x_{222}$ з'являється ряд проміжних лінгвістичних змінних, а саме:

x_1 — рівень засвоєння студентом теоретичних основ професії;

x_2 — рівень засвоєння студентом практичних навиків професії;

x_{11} — рівень позитивного впливу зовнішніх факторів на засвоєння студентом теоретичних основ професії;

x_{12} — рівень позитивного впливу внутрішніх факторів на засвоєння студентом теоретичних основ професії;

x_{21} — рівень позитивного впливу зовнішніх факторів на засвоєння студентом практичних навиків професії;

x_{22} — рівень позитивного впливу внутрішніх факторів на засвоєння студентом практичних навиків професії.

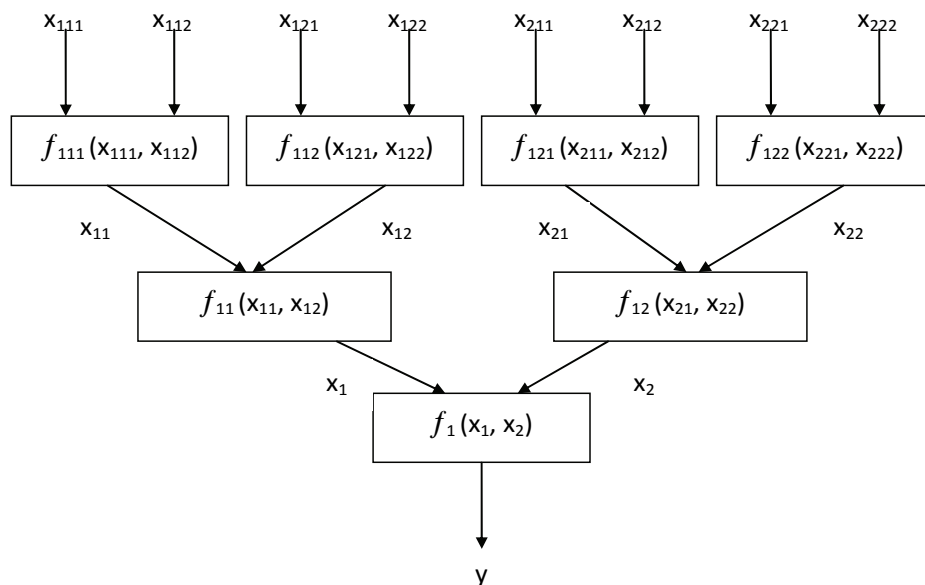


Рис. 1. Дерево нечіткого логічного виведення для залежності (1)

На основі дерева нечіткого логічного виведення, показаного на рис. 1, маємо право узагальнену залежність (1) замінити системою залежностей

$$\begin{cases} y = f_1(x_1, x_2); \\ x_1 = f_{11}(x_{11}, x_{12}); \\ x_2 = f_{12}(x_{21}, x_{22}); \\ x_{11} = f_{111}(x_{111}, x_{112}); \\ x_{12} = f_{112}(x_{121}, x_{122}); \\ x_{21} = f_{121}(x_{211}, x_{212}); \\ x_{22} = f_{122}(x_{221}, x_{222}). \end{cases} \quad (5)$$

Для відтворення системи рівнянь лінгвістичних змінних (5) у вигляді нечіткої бази знань

при використанні множини термів (2) нам знадобиться усього $7 \times 2^4 = 112$ правил. Але, якщо зважити ще й на те, що усі лінгвістичні змінні у нас однотипні, то для побудови необхідної бази знань нам достатньо буде лише 16 правил, відтворити які і застосувати в системі нечітких логічних рівнянь експерту буде неважко. Легко бачити, що для узагальненої моделі (1) така кількість правил для її ідентифікації нечіткою базою знань є мінімальноможливою, адже як перенесення хоча б однієї пари вхідних лінгвістичних змінних на більш високий рівень дерева нечіткого логічного виведення, так і перехід до дворівневої структури цього дерева лише збільшують загальну кількість правил, потрібних для ідентифікації цієї моделі нечіткою базою знань.

Усі лінгвістичні змінні і їхні множини термів для нашої задачі ми визначили, тож тепер необхідно визначитись з універсальною множиною U , елементами якої заповнюватимемо ці терми, та функціями належності $\mu(u)$ цих елементів до кожного із термів.

Оскільки в країнах Євросоюзу використовується стобальна шкала оцінок знань студентів і останніми директивними документами МОН молодьспорту України запропоновано цю шкалу запровадити і у вітчизняній системі вищої освіти, то сам собою напрошується висновок, що в якості універсальної множини U для нашої задачі слід взяти цю стобальну шкалу, тобто, вважати, що універсальна множина – це відрізок

$$U = [0, 100]. \quad (6)$$

А найбільш підходящою і зручною функцією належності елементів з універсальної множини (6) до введених нами термів (2) є дзвінницева функція:

$$\mu(u) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{u-m}{\sigma}\right)^2\right), \quad (7)$$

якою в теорії ймовірностей [7], доповнюючи її нормуючим множником $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$, задають у диференціальній формі нормальний закон розподілу неперервної випадкової величини, який є

граничним для усіх інших законів розподілу неперервних випадкових величин. Тож за аналогією, використовуючи функцію (7) як функцію належності для термів лінгвістичної змінної, логічно допустити, що її теж можна назвати «нормальною» функцією належності. У ній m є координатою максимуму, а σ є коефіцієнтом концентрації, і вона, як показано в роботі [6], має ті переваги перед іншими, що характеризується лише двома параметрами і є диференційованою, що дуже важливо в разі оптимальної настройки цих параметрів за допомогою методу зворотного розповсюдження помилки, алгоритм якого наведено в роботах [4, 6].

Для множини термів (2), виходячи з практики зіставлення оцінок за стобальною і п'ятибальною шкалами, значеннями координат максимуму функцій належності будуть:

$$m_B = 100; m_D = 80; m_C = 60; m_H = 40. \quad (8)$$

Що ж до коефіцієнтів концентрації функцій належності, то їх варто взяти однаковими для усіх термів із множини (2) зі значенням, отриманим з умови, що функції належності для елементів, які лежать посередині між максимумами двох сусідніх термів, дорівнюють кожна 0,5. Тобто, з умови, яка для сусідніх термів, наприклад, В і Д, матиме вигляд

$$\mu(90) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{90-100}{\sigma}\right)^2\right) = 0,5, \quad (9)$$

і яка легко зводиться до вигляду

$$\sigma = \frac{|90-100|}{\sqrt{-2\ln 0,5}}. \quad (10)$$

З виразу (10) матимемо, що для функцій належності усіх термів із множини (2)

$$\sigma = 8,48. \quad (11)$$

На рис. 2 показані графіки функцій належності елементів із універсальної множини (6) термам із множини (2).

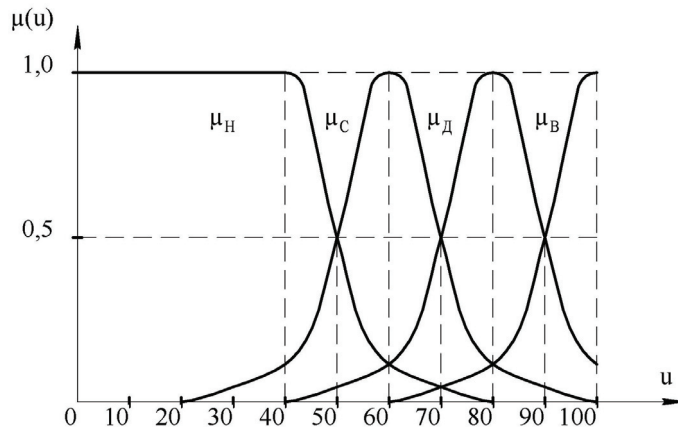


Рис. 2. Графіки функцій належності елементів із універсальної множини (6) термам із множини (2)

На цьому, аби не перевантажувати першу статтю із запланованого циклу, поставимо крапку.

Висновки

1. Поставлено задачу побудови математичної моделі прогнозу рівня кваліфікації, отриманої студентами в результаті освоєння робітничої професії, у вигляді нечіткої бази знань на основі понять теорії лінгвістичної змінної.
2. Для поставленої задачі визначено вхідні та вихідні лінгвістичні змінні, а також їхні терми та універсальну множину і функції належності елементів цієї універсальної множини до кожного із термів.
3. Запропоновано структуру дерева нечіткого логічного виведення, за допомогою якого можна побудувати нечітку базу знань з мінімумом використаних правил.
4. Обґрунтовано підхід до визначення параметрів функцій належності кожного із термів та розраховано кількісні значення цих параметрів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мокін Б. Інтеграція навчання з виробництвом як один із визначальних факторів підготовки фахівців за критерієм якості / Борис Мокін, Віктор Мізерний, Олена Мензул // Щомісячний науково-педагогічний журнал «Молодь і ринок». — 2011. — № 11. — С. 5—8.
2. Мокін Б. І. Перші підсумки експерименту в технологічній схемі «бакалавр-інженер-магістр» / Б. І. Мокін // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 1993. — № 1. — С. 81—85.
3. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений / Л. А. Заде. — М. : Мир, 1976. — 167 с.
4. Митюшкин Ю. И. Soft Computing: идентификация закономерностей нечеткими базами знаний / Ю. И. Митюшкин, Б. И. Мокін, А. П. Ротштейн. — Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2002. — 145 с.
5. Ротштейн О. П. Soft Computing в біотехнології: багатофакторний аналіз і діагностика / О. П. Ротштейн, Є. П. Ларюшкін, Ю. І. Митюшкін. — Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. — 144 с.
6. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Д. Штовба. — М. : Горячая линия-Телеком, 2007. — 288 с.
7. Тутубалин В. Н. Теория вероятностей / В. Н. Тутубалин. — М. : изд-во Московского университета, 1972. — 230 с.

Рекомендована кафедрою інтеграції навчання з виробництвом

Стаття надійшла до редакції 24.10.12
Рекомендована до друку 25.10.12

Мокін Олександр Борисович — завідувач кафедри, **Мензул Олена Миколаївна** — аспірантка, **Мокін Борис Іванович** — професор.

Кафедра відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів;

Мізерний Віктор Миколайович — завідувач кафедри інтеграції навчання з виробництвом.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця