

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

УДК [378+377]:519.6

О. Б. Мокін¹
О. М. Косарук¹
О. В. Слободянюк¹
В. М. Мізерний¹
Б. І. Мокін¹

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ І ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ ОСВОЄННЯ РОБІТНИЧОЇ ПРОФЕСІЇ

¹Вінницький національний технічний університет

Запропонована методика оцінювання і підвищення якості практичної підготовки студентів, що створена з використанням математичної моделі у вигляді нечіткої бази знань, синтезованої нами у двох попередніх статтях для прогнозування рівня кваліфікації, яку отримає кожний студент в результаті освоєння робітничої професії.

Ключові слова: якість, практична підготовка, робітнича професія, математична модель, нечітка база знань.

Постановка задачі і вихідні передумови

В роботах [1, 2] з використанням теорії лінгвістичної змінної нами синтезована математична модель для прогнозування рівня кваліфікації, яку отримає кожен студент в результаті освоєння робітничої професії згідно з технологією інтеграції навчання з виробництвом, основні ідеї якої викладені в нашій роботі [3].

Нагадаємо, що в роботі [1] здійснена формалізація, структуризація і параметризація задачі прогнозування рівня робітничої кваліфікації студентів, тобто, «визначені усі попередні умови, яких необхідно дотримуватись при синтезі цієї математичної моделі у вигляді нечіткої бази знань, а саме: визначені усі вхідні $x_{111}, x_{112}, x_{121}, x_{122}, x_{211}, x_{212}, x_{221}, x_{222}$ та вихідна у лінгвістичні змінні, що зв'язані між собою узагальненою математичною моделлю

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

побудована трирівнева структура дерева нечіткого логічного виведення з усіма проміжними лінгвістичними змінними $x_1, x_2, x_{11}, x_{12}, x_{21}, x_{22}$ (рис. 1);

визначено по 4 терми для кожної лінгвістичної змінної, що мають назви — «високий (В)», «достатній (Д)», «середній (С)», «низький (Н)», (2) які відповідають оцінкам — «відмінно (5)», «добре (4)», «задовільно (3)», «незадовільно (2)» в 5-бальній системі оцінок і розрядам — «четвертий (4р)», «третій (3р)», «другий (2р)», «перший (1р)» у 7-розрядній кваліфікаційній сітці; а також визначена стобальна шкала на відрізку $[0, 100]$ в якості універсальної множини $U = [1, 100]$ та функції належності елементів цієї множини до введених нами термів В, Д, С, Н у вигляді дзвіницевої функції

$$\mu(u) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{u-m}{\sigma}\right)^2\right) \quad (3)$$

(рис. 2), у якій координати максимуму відповідно до назв термів мають значення: $m_B = 100$, $m_D = 80$, $m_C = 60$, $m_H = 40$, а коефіцієнт концентрації $\sigma = 8,48$ є однаковим для усіх термів.

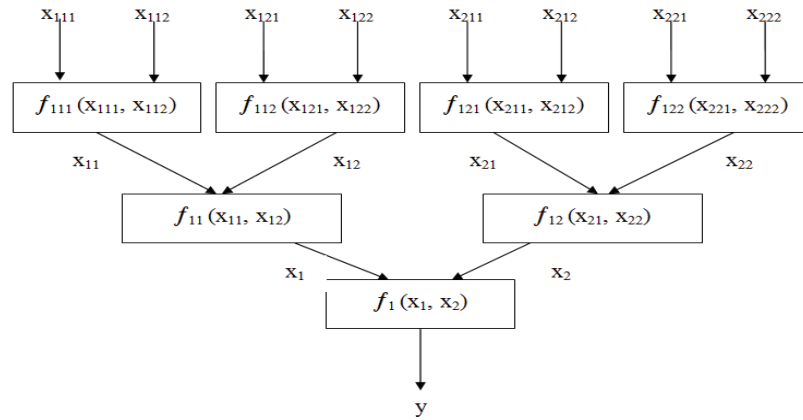


Рис. 1. Дерево нечіткого логічного виведення для залежності (1)

Нагадаємо також, що « 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, 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».

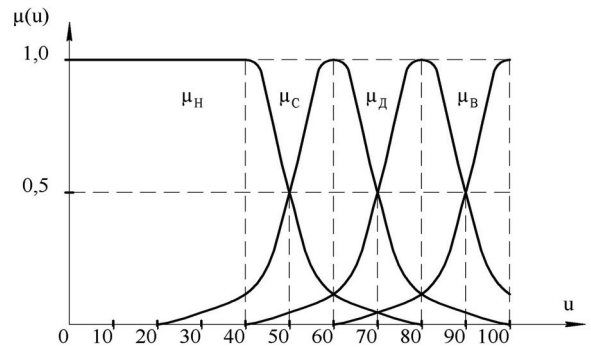


Рис. 2. Графіки функцій належності елементів із універсальної множини (6) термам із множини (2)

А в роботі [2] з використанням теорії лінгвістичної змінної, викладеної у роботі [4], та методології, викладеної у роботах [5, 6], синтезована сама модель прогнозу у вигляді нечіткої бази знань, тобто, у вигляді такої бази знань Мамдані для однієї ланки 1-го рівня ієрархії:

$$\begin{aligned}
 &\text{ЯКЩО } (x_{111} = H) \text{ І } (x_{112} = H) \text{ АБО } (x_{111} = H) \text{ І } (x_{112} = C) \text{ АБО } (x_{111} = C) \text{ І } (x_{112} = H), \\
 &\text{ТО } (x_{11} = H) \\
 &\text{ЯКЩО } (x_{111} = C) \text{ І } (x_{112} = C) \text{ АБО } (x_{111} = D) \text{ І } (x_{112} = C) \text{ АБО } (x_{111} = C) \text{ І } (x_{112} = D) \\
 &\text{АБО } (x_{111} = H) \text{ І } (x_{112} = B) \text{ АБО } (x_{111} = B) \text{ І } (x_{112} = H), \text{ ТО } (x_{11} = C) \\
 &\text{ЯКЩО } (x_{111} = D) \text{ І } (x_{112} = D) \text{ АБО } (x_{111} = B) \text{ І } (x_{112} = C) \text{ АБО } (x_{111} = C) \text{ І } (x_{112} = B) \\
 &\text{АБО } (x_{111} = D) \text{ І } (x_{112} = B), \text{ ТО } (x_{11} = D) \\
 &\text{ЯКЩО } (x_{111} = B) \text{ І } (x_{112} = B) \text{ АБО } (x_{111} = B) \text{ І } (x_{112} = D), \text{ ТО } (x_{11} = B),
 \end{aligned} \tag{4}$$

від якої нескладно перейти до наступної системи рівнянь нечіткої логіки відносно функцій належності відповідних термів, а саме:

$$\mu_{11}^H(X^*) = \max_{j \rightarrow 1,2,3} \left\{ \begin{aligned} &\left[\min(\mu_{111}^H(x_{111}^*), \mu_{112}^H(x_{112}^*)) \right]_{j=1}, \min \left[(\mu_{111}^H(x_{111}^*), \mu_{112}^C(x_{112}^*)) \right]_{j=2}, \\ &\min \left[(\mu_{111}^C(x_{111}^*), \mu_{112}^H(x_{112}^*)) \right]_{j=3}; \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{aligned} \mu_{11}^C(X^*) &= \max_{j \rightarrow 1,2,3,4,5} \left\{ \left[\min(\mu_{111}^C(x_{111}^*), \mu_{112}^C(x_{112}^*)) \right]_{j=1}, \left[\min(\mu_{111}^D(x_{111}^*), \mu_{112}^C(x_{112}^*)) \right]_{j=2}, \right. \\ &\quad \left. \min(\mu_{111}^C(x_{111}^*), \mu_{112}^D(x_{112}^*)) \right]_{j=3}, \left[\min(\mu_{111}^H(x_{111}^*), \mu_{112}^B(x_{112}^*)) \right]_{j=4}, \right. \\ &\quad \left. \min(\mu_{111}^B(x_{111}^*), \mu_{112}^H(x_{112}^*)) \right]_{j=5} \right\}; \\ \mu_{11}^D(X^*) &= \max_{j \rightarrow 1,2,3,4} \left\{ \left[\min(\mu_{111}^D(x_{111}^*), \mu_{112}^D(x_{112}^*)) \right]_{j=1}, \left[\min(\mu_{111}^B(x_{111}^*), \mu_{112}^C(x_{112}^*)) \right]_{j=2}, \right. \\ &\quad \left. \min(\mu_{111}^C(x_{111}^*), \mu_{112}^B(x_{112}^*)) \right]_{j=3}, \left[\min(\mu_{111}^D(x_{111}^*), \mu_{112}^B(x_{112}^*)) \right]_{j=4} \right\}; \\ \mu_{11}^B(X^*) &= \max_{j \rightarrow 1,2} \left\{ \left[\min(\mu_{111}^B(x_{111}^*), \mu_{112}^B(x_{112}^*)) \right]_{j=1}, \left[\min(\mu_{111}^B(x_{111}^*), \mu_{112}^D(x_{112}^*)) \right]_{j=2} \right\}; \end{aligned} \tag{5}$$

в результаті логічного виведення з якої отримуємо нечітку вихідну змінну x_{11} у вигляді

$$x_{11} = \left(\frac{\mu_{11}^H(X^*)}{H}, \frac{\mu_{11}^C(X^*)}{C}, \frac{\mu_{11}^D(X^*)}{D}, \frac{\mu_{11}^B(X^*)}{B} \right) \tag{6}$$

на носіїв [H, C, D, B], для переведення якої на носій $U = \overline{[0,100]}$, спочатку здійснимо за методикою, викладеною, наприклад, в роботі [6], її імплікацію, тобто, знайдемо уведені в роботі [1] «дзвінниці» функції належності термів H, C, D, B вихідної лінгвістичної змінної x_{11} , «зрізани» значеннями $\mu_{11}^H(X^*)$, $\mu_{11}^C(X^*)$, $\mu_{11}^D(X^*)$, $\mu_{11}^B(X^*)$ —

$$\begin{aligned} \mu_H(x_{11}) &= \text{imp}(\mu_{11}^H(x_{11}), \mu_{11}^H(X^*)); \\ \mu_C(x_{11}) &= \text{imp}(\mu_{11}^C(x_{11}), \mu_{11}^C(X^*)); \\ \mu_D(x_{11}) &= \text{imp}(\mu_{11}^D(x_{11}), \mu_{11}^D(X^*)); \\ \mu_B(x_{11}) &= \text{imp}(\mu_{11}^B(x_{11}), \mu_{11}^B(X^*)), \end{aligned} \tag{7}$$

як показано на рис. 3 для одного із варіантів, а потім знаходимо агреговану функцію належності цієї лінгвістичної змінної на носіїв $U = \overline{[0,100]}$

$$\mu_{11}^{\overline{[1,100]}}(x_{11}) = \text{agg}(\mu_H(x_{11}), \mu_C(x_{11}), \mu_D(x_{11}), \mu_B(x_{11})), \tag{8}$$

графік якої на рис. 3 показано обвідною жирною лінією.

А після цього для знаходження чіткого значення x_{11}^* вихідної лінгвістичної змінної x_{11} виконуємо операцію дефазифікації за методом центру ваги, формула якої для нашої задачі матиме вигляд

$$x_{11}^* = \frac{\sum_{i=1}^{100} i \cdot \mu_{11i}^{\overline{[1,100]}}(x_{11})}{\sum_{i=1}^{100} \mu_{11i}^{\overline{[1,100]}}(x_{11})}. \tag{9}$$

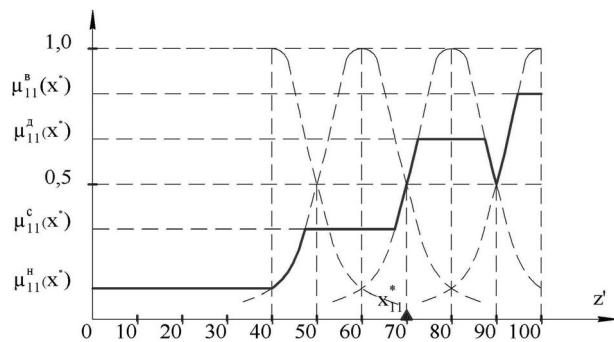


Рис. 3. Графічна інтерпретація операцій імплікації і агрегування функцій належності до термів для лінгвістичної змінної x_{11}

Цілком очевидно, що уся вищенаведена процедура буде справедливою і для ідентифікації нечіткою базою знань (4)—(8) другого структурного блоку нижнього рівня логічного дерева, приведенного на рис. 1, для якого, компонентами вхідного вектора є лінгвістичні змінні x_{121}, x_{122} , а вихідною лінгвістичною змінною є x_{12} , з тією лише різницею, що у формулах (4)—(9) індекс 111 треба замінити на 121, індекс 112 — на 122, а індекс 11 замінити на 12.

Очевидно, що вся вищенаведена процедура буде справедливою і для ідентифікації нечіткою базою знань (4)—(8) і третього та четвертого структурних блоків нижнього рівня логічного дерева та усіх блоків його середнього і верхнього рівнів з відповідною трансформацією індексів.

Операції послідовного переходу від однієї моделі до іншої, починаючи з першого блоку нижнього рівня логічного дерева і завершуючи останнім блоком верхнього рівня цього дерева, в роботі [2] зведені в 7-кроковий алгоритм, в результаті застосування якого, маючи усі складові вхідного вектора x_{ijk}^* , $i = 1, 2; j = 1, 2; k = 1, 2$, визначені експертами у вигляді чисел, ми знаходимо числове значення вихідної величини y^* , яка є прогноною оцінкою рівня робітничої кваліфікації студента.

А далі ми покажемо як, використовуючи запропоновані математичні моделі та приведений вище алгоритм, створити методику оцінювання та підвищення рівня практичної підготовки студентів за ідеологією інтеграції навчання з виробництвом.

Розв'язання поставленої задачі

Для того, щоб прогнозним оцінкам y_i^* , $i = 1, 2, \dots, N$, рівня робітничої кваліфікації студентів можна було довіряти, будемо визначати їх одразу для потоку, в який входить не менше двох академічних груп, тобто, визначатимемо їх для сукупності N студентів, яка містить не менше 50 однорідних елементів. Тож в результаті застосування наведених вище математичних моделей відповідно до запропонованого алгоритму ми отримаємо множину оцінок:

$$\{y_i^*\} = \{y_1^*, y_2^*, y_3^*, \dots, y_i^*, \dots, y_N^*\}, N \geq 50. \quad (10)$$

Для зручності розрахунків в подальшому вважатимемо, що $N = 50$.

Цілком очевидно, що дефазифіковані оцінки із множини (10) є водночас випадковими числами, до яких можна застосовувати методи математичної статистики [7], які ми використаємо також.

Розіб'ємо увесь 100-бальний діапазон на 5 рівних частин Δ_j , шириною в 20 балів кожна (в загальному вигляді таких частин може бути r).

Визначимо діапазони оцінок таким чином: діапазон від 81 бала до 100 назвемо п'ятим і позначимо Δ_5 , діапазон від 61 бала до 80 назвемо четвертим і позначимо Δ_4 , діапазон від 41 бала до 60 назвемо третім і позначимо Δ_3 , діапазон від 21 бала до 40 назвемо другим і позначимо Δ_2 , а діапазон від 0 балів до 20 назвемо першим і позначимо Δ_1 . Підрахуємо кількість n_j , $j = 1, 2, 3, 4, 5$, оцінок із множини (10), що попали в кожний із визначених діапазонів. Нехай

$$\{n_1, n_2, n_3, n_4, n_5\} = \{0; 2; 10; 28; 10\}. \quad (11)$$

За формулою

$$h_j = \frac{n_j}{N}, \quad j = 1, 2, 3, 4, 5 \quad (12)$$

для множини (11) знайдемо частоти h_j , $j = 1, 2, 3, 4, 5$ попадань випадкової величини із множини (10) в кожний діапазон Δ_j , $j = 1, 2, 3, 4, 5$, тобто, знайдемо

$$\{h_1, h_2, h_3, h_4, h_5\} = \{0; 0,04; 0,20; 0,56; 0,20\}. \quad (13)$$

Оскільки ми не приводили універсальну множину $U = \overline{[0,100]}$ до одиничної ширини, тобто, до вигляду $U = \overline{[0,1]}$, то приведемо до універсальної множини $U = \overline{[0,100]}$ частоти h_j , $j = 1, 2, 3, 4, 5$, розділивши кожен із них на ширину інтервалу Δ_j , $j = 1, 2, 3, 4, 5$, яка для усіх інтервалів є однаковою і рівною 20, скориставшись формулою

$$h_j^* = \frac{h_j}{\Delta_j} = \frac{h_j}{20}, \quad j = 1, 2, 3, 4, 5. \quad (14)$$

В результаті отримаємо

$$\{h_1^*, h_2^*, h_3^*, h_4^*, h_5^*\} = \{0; 0,002; 0,010; 0,028; 0,010\}. \quad (15)$$

і побудуємо діаграму із припасованих один до одного прямокутників шириною Δ_j і висотою h_j^* , як показано на рис. 4, яка називається гістограмою і огинаюча якої є графіком сходинок-апроксимованої густини (або щільності) розподілу $f(y^*)$ ймовірностей випадкової величини y^* .

Якщо експертами встановлено, що теорію робітничої професії викладають нормальні викладачі, лабораторія робітничої професії обладнана нормальним обладнанням, бібліотека і лабораторія забезпечена нормально навчальними посібниками у паперовому чи електронному вигляді, мотивація студентів до освоєння робітничої професії є нормальною і здібності до освоєння робітничої професії у кожного із студентів теж є нормальними, то і густина розподілу $f(y^*)$ ймовірностей оцінок із множини (10) згідно з центральною граничною теоремою [7] буде підпорядковуватись нормальному закону, густина розподілу ймовірностей за яким має вигляд функції Гауса

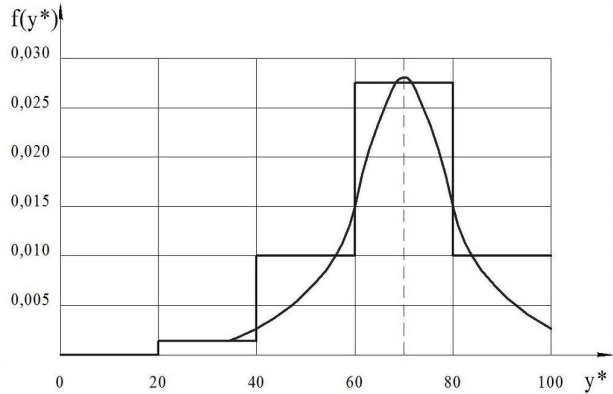


Рис. 4. Гістограма (сходиноква лінія) та графік густини розподілу $f(y^*)$ ймовірностей (плавна неперервна лінія) випадкової величини y^*

$$f(y^*) = \frac{1}{\sigma_y^* \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{y^* - m_y^*}{\sigma_y^*} \right)^2}, \quad (16)$$

де m_y^* — математичне очікування (сподівання) випадкової величини y^* , статистичну оцінку якого можна знайти за допомогою виразу

$$m_y^* = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i^*, \quad (17)$$

а σ_y^* — середньоквадратичне відхилення, статистичну оцінку якого можна знайти за допомогою виразу

$$\sigma_y^* = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i^* - m_y^*)^2}. \quad (18)$$

Нехай множина випадкових чисел (10) у нас така, що, будучи підставленою у вирази (17) і (18), вона задає такі їх значення:

$$\begin{aligned} m_y^* &= 70; \\ \sigma_y^* &= 10. \end{aligned} \quad (19)$$

Тож якщо підставимо статистичні оцінки математичного очікування і середньоквадратичного відхилення із виразу (19) у вираз (16), то отримаємо емпіричний нормальний закон густини розподілу ймовірностей випадкової величини y^* у вигляді

$$f(y^*) = \frac{1}{10\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{y^* - 70}{10} \right)^2}, \quad (20)$$

за допомогою якого ймовірність p_j попадання випадкової величини y^* в кожний розряд шириною Δ_j можна знайти з виразу

$$p_j = \int_{\Delta_j} f(y^*) dy^*, \quad j = 1, 2, 3, 4, 5. \quad (21)$$

Для того, щоб переконатись у тому, що множина (10) випадкових чисел підпорядкована дійсно нормальному закону (20), оцінимо достовірність виразу (20), скориставшись χ^2 розподілом [7, 8]. Для цього обчислимо для випадкової величини h_j^* , $j=1, 2, 3, 4, 5$, числове значення χ^2 , скориставшись виразом

$$\chi^2 = N \sum_{j=1}^r \frac{(h_j^* - p_j)^2}{p_j}. \quad (22)$$

Для нашого випадку це буде

$$\chi^2 = 50 \sum_{j=1}^5 \frac{(h_j^* - p_j)^2}{p_j} = 6,3. \quad (23)$$

Оскільки число ступенів свободи q розподілу χ^2 , яке знаходиться за виразом

$$q = r - l, \quad (24)$$

в якому r — це число розрядів Δ_j а l — це число незалежних параметрів в емпіричному законі (16), то для нашого випадку матимемо:

$$q = 5 - 2 = 3. \quad (25)$$

Для пари (χ^2, q) , яка визначається виразами (23) і (25), по таблиці χ^2 -розподілу знайдемо, що α — рівень значимості цієї пари дорівнюватиме 0,1, а тому довірча ймовірність P_δ , яка визначається з виразу

$$P_\delta = 1 - \alpha, \quad (26)$$

буде дорівнювати 0,9.

Таке значення довірчої ймовірності є достатнім для того, щоб вважати емпіричний нормальний закон (20) достовірним, а гістограму (див. рис. 4), такою, що відповідає нормальному закону розподілу випадкової величини.

І якщо це так, то практична підготовка студентів за ідеологією набуття робітничої професії, корельованої з майбутньою інженерною, в університеті здійснюється на нормальному рівні і не потребує розробки додаткових заходів, націлених на її поліпшення.

Але якщо це не так, тобто, якщо побудована для випадкової величин y^* , заданої множиною значень (10), гістограма має нахил вліво чи вправо, як показано на рис. 5, і не «вирівнюється» нормальним законом розподілу (16), про що свідчатиме низький рівень довірчої ймовірності (26), розрахованої з використанням χ^2 -розподілу, то це свідчатиме, що або теорію робітничої професії викладають погані викладачі, або лабораторія робітничої професії обладнана застарілим обладнанням чи його недостатньо, або бібліотека і лабораторія не забезпечена навчальними посібниками у достатній кількості, або мотивація студентів до освоєння робітничої професії є недостатньою, або здібності до освоєння робітничої професії у більшості із студентів є не розвиненими.

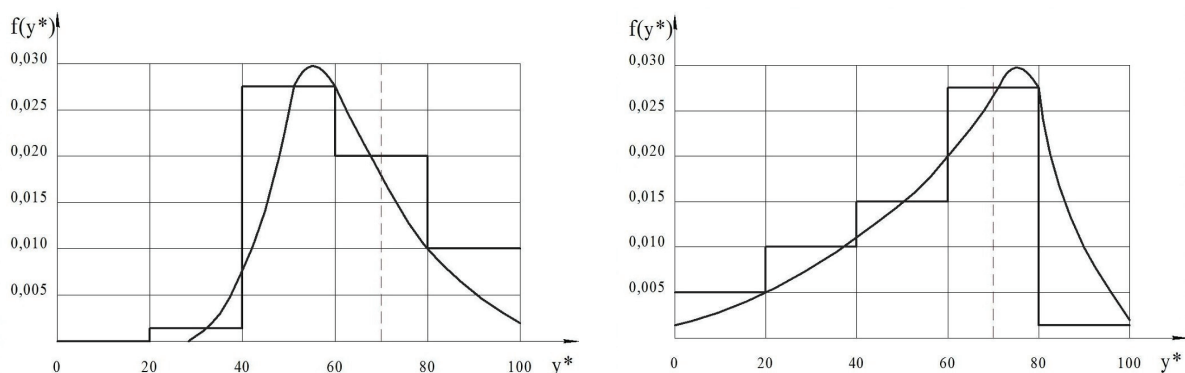


Рис. 5. Приклади гістограм, які не «вирівнюються» нормальним законом розподілу

Для того, щоб встановити, яке із вищеперерахованих відхилень від нормального має місце, ми повинні перейти до побудови (з використанням тієї ж самої вищевикладеної методики) емпіричних законів розподілу дефазифікованих значень x_1^* , x_2^* тих лінгвістичних змінних x_1, x_2 , які на верхньому рівні ієрархії (див. рис. 1) безпосередньо формують дефазифіковані значення y_i^* , $i = 1, 2, \dots, N$, лінгвістичної змінної y , тобто, формують залежність $y = f_1(x_1, x_2)$.

І в разі, якщо емпіричний закон розподілу $f(x_1^*)$ дефазифікованих значень x_1^* лінгвістичної змінної x_1 виявиться нормальним, як показано на рис. 6, то можна стверджувати, що теоретична підготовка з основ робітничої професії за цією спеціальністю в університеті поставлена нормально, а тому немає необхідності досліджувати дефазифіковані значення усіх тих лінгвістичних змінних, які формують лінгвістичну змінну x_1 .

Якщо ж емпіричний закон розподілу $f(x_2^*)$ дефазифікованих значень x_2^* лінгвістичної змінної x_2 виявиться відмінним від нормального (див. рис. 6), то можна стверджувати, що практична підготовка з основ робітничої професії за цією спеціальністю в університеті є недостатньою. І щоб з'ясувати причини цієї недостатності, нам необхідно за тією ж вищенаведеною методикою побудувати емпіричні закони розподілу дефазифікованих значень x_{21}^* , x_{22}^* тих лінгвістичних змінних x_{21}, x_{22} , які на середньому рівні ієрархії (див. рис. 1) безпосередньо формують дефазифіковані значення x_2^* лінгвістичної змінної x_2 , тобто, формують залежність $x_2 = f_{12}(x_{21}, x_{22})$.

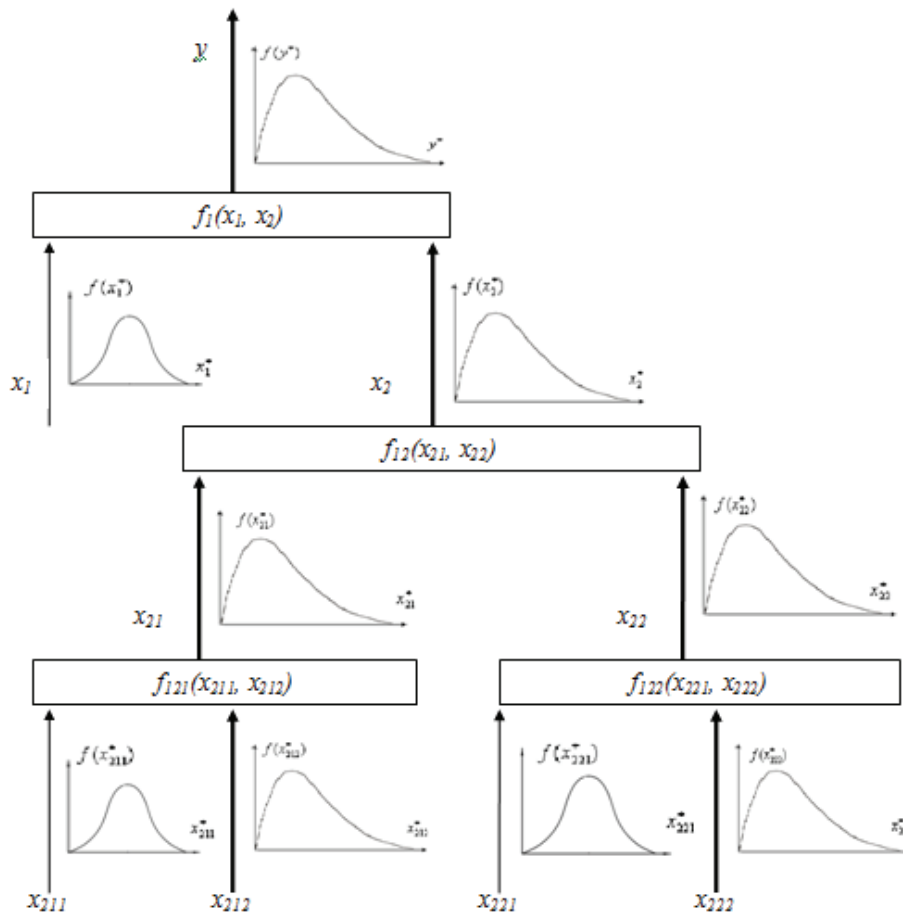


Рис. 6. Графічна інтерпретація механізму виявлення відхилень від норми на різних етапах ієрархії при формуванні прогнозу оцінки якості практичної підготовки студентів за ідеологією освоєння робітничої професії

І припустимо, що обидва ці емпіричні закони розподілу — $f(x_{21}^*)$, $f(x_{22}^*)$ — виявились відмінними від нормального, що графічно показано на рис. 6.

У цьому випадку можна стверджувати, що практичній підготовці студентів з робітничої професії в університеті приділяється недостатньо уваги як по лінії формування лінгвістичної змінної x_{21} , так і по лінії формування лінгвістичної змінної x_{22} . І щоб з'ясувати причини цієї недостатності, нам необхідно за тією ж вищенаведеною методикою побудувати як емпіричні закони розподілу дефазифікованих значень x_{211}^* , x_{212}^* тих лінгвістичних змінних x_{211} , x_{212} , які на нижньому рівні ієрархії (рис. 1) безпосередньо формують дефазифіковані значення x_{21}^* лінгвістичної змінної x_{21} , тобто, формують залежність $x_{21} = f_{121}(x_{211}, x_{212})$, так і емпіричні закони розподілу дефазифікованих значень x_{221}^* , x_{222}^* тих лінгвістичних змінних x_{221} , x_{222} , які на нижньому рівні ієрархії (рис. 1) безпосередньо формують дефазифіковані значення x_{22}^* лінгвістичної змінної x_{22} , тобто, формують залежність $x_{22} = f_{122}(x_{221}, x_{222})$.

І припустимо, що два з цих чотирьох емпіричних законів розподілу, наприклад, $f(x_{211}^*)$ і $f(x_{221}^*)$, графіки яких показані на рис. 6, виявилися нормальними, а два інших — $f(x_{212}^*)$ і $f(x_{222}^*)$, графіки яких теж показані на рис. 6, виявилися такими, що не відповідають умові нормальності. Це дозволяє нам стверджувати, що в університеті під час практичної підготовки зі вказаної спеціальності за ідеологією отримання робітничих професій недостатніми є рівень доступу до обладнання, обслуговування якого за цією спеціальністю покликана здійснювати ця робітничая професія, і який характеризується лінгвістичною змінною x_{212} , та рівень здібностей студента до виконання практичних функцій, притаманних цій робітничій професії, який характеризується лінгвістичною змінною x_{222} .

Тож у нашому випадку для того, щоб підвищити якість практичної підготовки студентів за ідеологією освоєння робітничої професії, необхідно створити цим студентам умови ширшого доступу до обладнання, обслуговування якого покликана здійснювати ця робітничая професія, та забезпечити їм можливість підвищувати рівень своїх здібностей до виконання практичних функцій, притаманних цій робітничій професії. Тобто, виділити для цих студентів не лише додатковий час для доступу до обладнання, але і прикріпити до них в години доступу креативного майстра, здатного швидко передавати практичні навички, необхідні для виконання функцій, притаманних цій робітничій професії, навіть тим студентам, які до цього ніколи в житті до цих функцій відношення не мали.

Внаслідок цих дій емпіричні закони розподілу $f(x_{212}^*)$ і $f(x_{222}^*)$ дефазифікованих значень x_{212}^* , x_{222}^* лінгвістичних змінних x_{212} , x_{222} нормалізуються, що приведе до нормалізації по функціональному шляху, виділеному на рис. 6 жирними стрілками, емпіричних законів розподілу на інших рівнях ієрархії у послідовності, графічно зображеній на рис. 7 для розглянутого випадку.

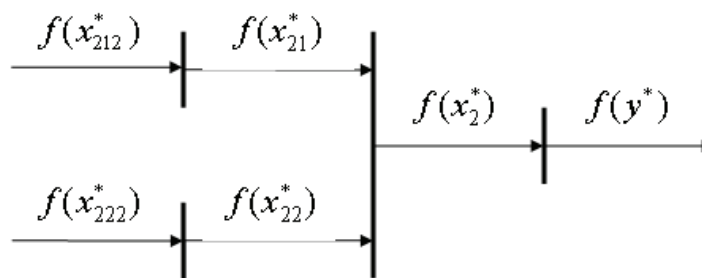


Рис. 7. Графічна інтерпретація шляху нормалізації емпіричних законів розподілу дефазифікованих значень лінгвістичних змінних, в яких були виявлені відхилення умов їх формування від нормальних

Цілком очевидно, що в інших випадках структурні схеми на рис. 6 і рис. 7 будуть мати інший вигляд, але спосіб їх побудови в рамках запропонованої методики залишатиметься незмінним.

А суть самої методики полягає у тому, що на етапі оцінювання якості практичної підготовки студентів за ідеологією освоєння робітничої професії емпіричні закони розподілу дефазифікованих значень лінгвістичних змінних будуються в напрямку від верхнього рівня ієрархії до нижнього і виявляються ті з них, що мають відхилення від нормального, а на етапі підвищення якості практичної підготовки ті емпіричні закони розподілу, що мають відхилення від норма-

льного, нормалізуються шляхом створення додаткових контрольованих впливів на відповідні лінгвістичні змінні базового рівня, що є вхідними для нижнього рівня ієрархії запропонованої структури.

Висновки

1. Запропонована методика оцінювання і підвищення якості практичної підготовки студентів за ідеологією освоєння робітничої професії, корельованої з майбутньою інженерною, що створена з використанням математичної моделі у вигляді нечіткої бази знань, синтезованої для прогнозування рівня кваліфікації, яку отримає кожний студент в результаті освоєння цієї робітничої професії.

2. Оціночні судження запропонованої методики формуються шляхом зіставлення емпіричних законів розподілу дефазифікованих значень усіх лінгвістичних змінних, що формують відповідну математичну модель у вигляді нечіткої бази знань, з нормальним законом розподілу і виявлення тих із них, для яких умови нормальності не виконуються.

3. Та складова запропонованої методики, що формує умови підвищення якості практичної підготовки студентів, базується на виявленні базових лінгвістичних змінних, які є вхідними для найнижчого рівня ієрархії, і для емпіричних законів розподілу дефазифікованих значень яких виявлені відхилення від умови нормальності, а також на формуванні додаткових впливів на ці лінгвістичні змінні, завдяки яким емпіричні закони розподілу їх дефазифікованих значень нормалізуються.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Математична модель прогнозу рівня кваліфікації, яку отримає кожний студент в результаті освоєння робітничої професії (Частина 1 : формалізація, структуризація і параметризація задачі) / О. Б. Мокін, О. М. Мензул, В. М. Мізерний, Б. І. Мокін // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2012. — № 5. — С. 125—129.
2. Математична модель прогнозу рівня кваліфікації, яку отримає кожний студент в результаті освоєння робітничої професії (Частина 2 : побудова нечіткої бази знань та її алгоритмізація) / О. Б. Мокін, О. М. Мензул, В. М. Мізерний, Б. І. Мокін // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2012. — № 6. — С. 152—156.
3. 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.
4. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений / Л. А. Заде. — М. : Мир, 1976. — 167 с.
5. Митюшкин Ю. И. Soft Computing : идентификация закономерностей нечеткими базами знаний / Ю. И. Митюшкин, Б. И. Мокін, А. П. Ротштейн. Винница : УНІВЕРСУМ-Вінниця. — 2002. — 145 с.
6. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Д. Штовба. — М. : Горячая линия-Телеком, 2007. — 288 с.
7. Бендат Дж. Измерение и анализ случайных процессов / Дж. Бендат, А. Пирсол. — М. : Мир, 1971. — 408 с.
8. Гурский Е. И. Сборник задач по теории вероятностей и математической статистике / Е. И. Гурский. — Минск : Вышэйшая школа, 1975. — 272 с.

Рекомендована кафедрою інтеграції навчання з виробництвом ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 5.01.2015

Мокін Олександр Борисович — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів;

Косарук Олена Миколаївна — аспірантка кафедри відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів та кафедри інтеграції навчання з виробництвом, e-mail: lena.menzul@gmail.com;

Слободянюк Олена Валеріївна — канд. пед. наук, старший викладач кафедри комп'ютерного еколого-економічного моніторингу та інженерної графіки;

Мізерний Віктор Миколайович — канд. техн. наук, доцент, професор кафедри інтеграції навчання з виробництвом;

Мокін Борис Іванович — академік АПН України, д-р техн. наук, професор, професор кафедри відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

O. B. Mokin¹
O. M. Kosaruk¹
O. V. Slobodianiuk¹
V. M. Mizernyi¹
B. I. Mokin¹

Method of assessment and improving the quality of practical training of students on technology of mastering working profession

¹Vinnytsia National Technical University

This paper deals with the method of assessment and improving the quality of practical training of students created with the use of the mathematic model in the kind of fuzzy knowledge base, synthesized by the authors in two previous papers for the prognostication of qualification level, received by each student in the result of the mastering working profession to predict the level of skill that every student will receive as a result of the development of working profession.

Keywords: quality, practical training, working profession, mathematical model, fuzzy knowledge base.

Mokin Oleksandr B. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Renewable Energy and Transport Electrical Systems and Complexes;

Kosaruk Olena M. — Post-Graduate Student of the Chair of Renewable Energy and Transport Electrical Systems and Complexes and the Chair of Training and Production Integration, e-mail: lena.menzul@gmail.com;

Slobodianiuk Olena V. — Cand. Sc.(Educ.), Senior Lecturer of the Chair of Computer ecological and economic monitoring and engineering graphics;

Mizernyi Viktor M. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Professor of the Chair of Training and Production Integration;

Mokin Borys I. — Academician of National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of Renewable Energy and Transport Electrical Systems and Complexes

А. Б. Мокин¹
Е. Н. Косарук¹
Е. В. Слободянюк¹
В. Н. Мизерный¹
Б. И. Мокин¹

Методика оценки и повышения качества практической подготовки студентов по технологии освоения рабочей профессии

¹Винницкий национальный технический университет

Предложена методика оценки и повышения качества практической подготовки студентов, созданная с использованием математической модели в виде нечеткой базы знаний, синтезированной нами в двух предыдущих статьях для прогнозирования уровня квалификации, которую получит каждый студент в результате освоения рабочей профессии.

Ключевые слова: качество, практическая подготовка, рабочая профессия, математическая модель, нечеткая база знаний.

Мокин Александр Борисович — д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой возобновляемой энергетики и транспортных электрических систем и комплексов;

Косарук Елена Николаевна — аспирант кафедры возобновляемой энергетики и транспортных электрических систем и комплексов и кафедры интеграции обучения с производством, e-mail: lena.menzul@gmail.com;

Слободянюк Елена Валерьевна — канд. пед. наук, старший преподаватель кафедры компьютерного эколого-экономического мониторинга и инженерной графики;

Мизерный Виктор Николаевич — канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры интеграции обучения с производством;

Мокин Борис Иванович — академик НАПН Украины, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры возобновляемой энергетики и транспортных электрических систем и комплексов