

14. Чорний З.П., Пірко І.Б., Салапак В.М., Дячук М.В. Вплив домішкових аніонів на ефективність генерації центрів забарвлення в кристалах  $\text{SrCl}_2\text{-Me}^+$ . Одновимірна модель // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів : НЛТУ України. – 2006, випуск 16.2. – С.112-118.

15. Чорний З.П., Пірко І.Б., Салапак В.М., Дячук М.В. Радіаційні процеси в іонних ланцюгах, легованих чужерідними іонами. І. Іонні ланцюги з точковим дефектами дипольного типу // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів : НЛТУ України. – 2009, в друці.

16. Чорний З.П. Реорієнтація та термодисоціація домішково-вакансійних комплексів у кристалах  $\text{SrCl}_2\text{-Me}^+$  // Журнал фізичних досліджень. – 1999. – Т.3, №4. – С.513-518.

17. Чорний З.П., Панасюк М.Р., Крочук А.С., Щур Г.А., Максимович Х.К. Исследование реориентации примесно-вакансионных диполей в кристаллах  $\text{SrCl}_2\text{-Me}^+$  // Известия вузов. Сер. физ. – 1984. – №9. – С.106-108.

УДК 331.5.024.52

Ст. викл. Л.М. Кравчук – ПВНЗ "Університет економіки і підприємництва"

## МОДЕЛЮВАННЯ АКТИВНОСТІ ВИПУСКНИКІВ ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ НА РИНКУ ПРАЦІ

Присвячено моделюванню активності випускників вищих навчальних закладів на основі законів нечіткої логіки. Інформаційною базою дослідження виступили результати анкетування випускників чотирьох вищих навчальних закладів м. Хмельницького. Отримані результати дають змогу ранжувати випускників за п'ятьма рівнями активності: високий, вище середнього, середній, нижче середнього та низький, завдяки чому можна спрогнозувати поведінку випускників і певним чином впливати на кон'юнктуру ринку праці.

*Senior lecturer L.M. Kravchuk – University of Economics and Entrepreneurship*

### Design of activity of graduating students of higher educational establishments at the market of labour

The article is devoted the design of activity of graduating students of higher educational establishments on the basis of laws of fuzzy logic. The results of questionnaire of graduating students of four higher educational establishments of Khmel'nickiy city came forward the informative base of research. The got results enable to conduct sorting graduating students after five levels of activity: high, higher middle, middle, below middle and low, that enables to forecast the conduct of graduating students and definitely to influence on the state of affairs of labour-market.

Економіка України, як і багатьох європейських держав, переживає фінансово-економічну кризу, що, безумовно, ще більше посилює прояв негативних тенденцій у сфері зайнятості населення. Щодня поповнюється "армія" безробітних новими звільненими працівниками, внаслідок чого зростає рівень безробіття, знижується рівень життя населення та підвищується соціальне напруження в суспільстві. Особливо вразливою в таких умовах є молодь, а саме випускники вищих навчальних закладів, які лише розпочинають свою професійну діяльність. Останніми роками намітилась тенденція, що тисячі підготовлених на сучасному рівні випускників ВНЗ не можуть знайти роботу за спеціальністю, а тому вимушені працювати на робочих місцях, які не відповідають їхньому кваліфікаційному рівню. Дешевизна робочої сили високої кваліфікації гальмує зростання конкурентоспроможності економіки, стимулює вплив інтелектуального капіталу. Таким чином, значні кошти, які нап-

равляють на розвиток інтелектуального потенціалу України, втрачаються і простежують дедалі більшу невідповідність попиту і пропозиції робочої сили – надлишок працівників одних професій і нестача інших. Все це вимагає перегляду політики працевлаштування випускників, особливо тих, хто навчався за держзамовленням – такі фахівці обов'язково мають працювати за обраною професією. Для того потрібно забезпечити здійснення професійної орієнтації (профпропаганди, профконсультацій, профвідбору) на якісно новому рівні: лише придатна до певної професії молода людина має її здобувати, адже в процесі навчання розкриваються її задатки, вона оволодіє потрібними знаннями, набуває практичних навичок і зможе надалі стати професійно компетентним працівником. Адже дуже часто трапляється так, що випускник ВНЗ не працює за фахом, він прикладає свою робочу силу в інших сферах і не відсутність попиту на його професію є визначальним мотивом прийнятого рішення – він просто не готовий і не бажає працювати за обраною професією.

Тому метою дослідження є виявлення чинників, які впливають на бажання і готовність випускника працювати за фахом та моделювання його активності на ринку праці.

З цією метою ми здійснили соціологічне опитування випускників чотирьох вищих навчальних закладів м. Хмельницького: Хмельницького національного університету (ХНУ), Приватного вищого навчального закладу "Університет економіки і підприємництва" (УЕП), Хмельницького університету управління і права (ХУУП) та Хмельницького інституту конструювання-моделювання швейних виробів (ХІКМШВ) за допомогою спеціально розробленої анкети, яка містила як відкриті, так і закриті запитання, що дали змогу оцінити обізнаність випускників із трудовим законодавством, рівень їхніх витрат і готовність працювати, стан здоров'я та їхнє ставлення до здорового способу життя тощо. В опитуванні взяло участь 145 студентів четвертого-п'ятого курсів, з них 22 % – особи у віці 18-20 років, 78 % – у віці 21-22 років (рис. 1.). Щодо статі респондентів, то 53 % – жінки, з яких 16 % – одружені, і 47 % – чоловіки, з яких лише 7 % – одружені (рис. 2).

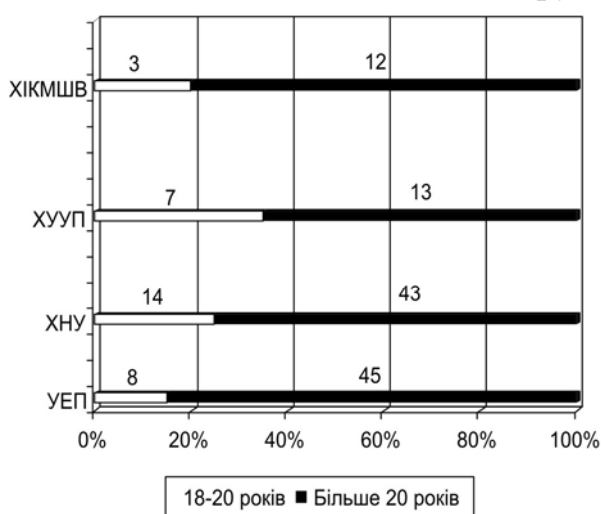


Рис. 1. Структура респондентів за віком

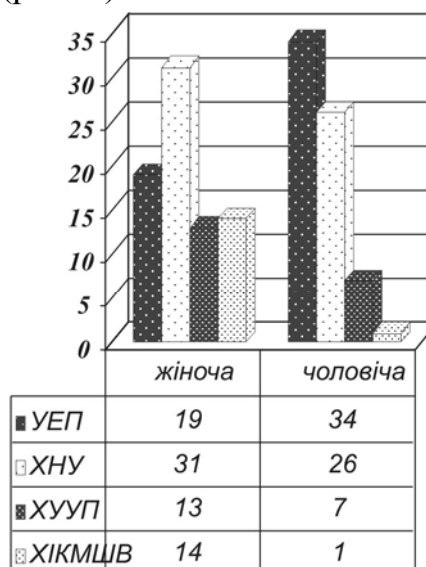


Рис. 2. Статеву структуру респондентів

Кінцевою метою аналізу анкетних даних є розроблення системи моделювання активності випускника, яка здатна фіксованому вектору вхідних змінних (якісні характеристики випускника)  $X^* = \langle x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^* \rangle$ , поставити у відповідність рішення  $y \in [\underline{y}, \bar{y}]$  (де  $\underline{y}$  ( $\bar{y}$ ) – нижнє (верхнє) значення вихідної змінної  $y$ ). Головним завданням системи цього моделювання є визначення рівня активності випускника. Для вирішення поставленого завдання пропонуємо застосовувати методи нечіткої логіки.

Як вхідні змінні беруть часткові показники, які оцінили експерти на основі анкетного опитування студентів. Тобто це є ознаки активності студентів. Під активністю випускника вищого навчального закладу будемо розуміти його готовність і бажання працювати за фахом і прикладати зусилля для пошуку роботи.

Вихідним показником моделі буде рівень активності випускника, який є інтегральною оцінкою готовності випускника до професійної та іншої діяльності. Рівень активності випускника (РАВ) набуває значення від 0 до 1. Причому 0 вказує на абсолютну неактивність, а 1 – на абсолютну активність випускника. Складники РАВ представлено як багатокритеріальний вибір альтернатив із використанням правил нечіткого виведення.

Для оцінювання активності випускника пропонують респондентів поділити за такими ознаками, як вік ( $X_1$ ), стать ( $X_2$ ), сімейний стан ( $X_3$ ), стан здоров'я ( $X_4$ ), рівень односторонніх витрат ( $X_5$ ), матеріальний стан ( $X_6$ ), сфера прикладання праці ( $X_7$ ), поінформованість про ринок праці ( $X_8$ ), знання трудового законодавства ( $X_9$ ), освіченість ( $X_{10}$ ), готовність мігрувати ( $X_{11}$ ), рівень фізичного навантаження ( $X_{12}$ ), культурний розвиток ( $X_{13}$ ), політична орієнтованість ( $X_{14}$ ) і працевлаштування ( $X_{15}$ ).

Для встановлення, які з наведених ознак мають найбільше значення для оцінювання активності випускника, було використано метод експертних оцінок. Результати здійсненого ранжування ознак наведено на рис. 3.

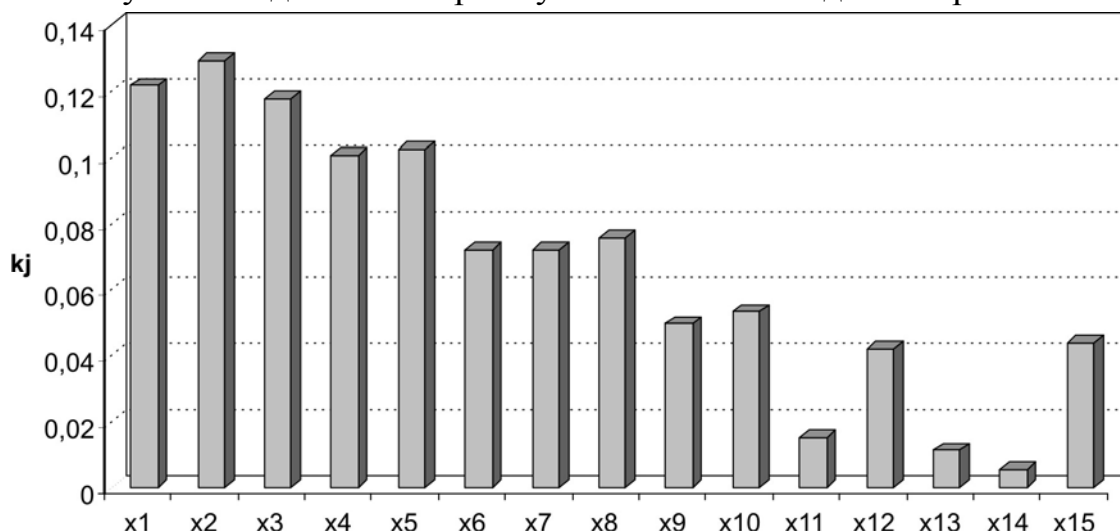


Рис. 3. Результати ранжування ознак, що визначають активність випускника

На думку експертів, найбільш значущими ознаками випускників під час оцінювання їхньої активності є:

- вік –  $k_1 = 0,121905$
- стать –  $k_2 = 0,129524$
- сімейний стан  $k_3 = 0,118095$
- здоров'я випускника –  $k_4 = 0,100952$
- рівень одноденних витрат –  $k_5 = 0,102857$
- матеріальний стан –  $k_6 = 0,072381$
- сфера прикладання праці –  $k_7 = 0,072381$
- поінформованість про ринок праці –  $k_8 = 0,07619$

Решта ознак не досягнули критичного рівня  $k_{kr} = 0,066667$ . Однак їх ми розглянемо у подальшому дослідженні, оскільки дають змогу оцінити всебічну активність випускника вищого навчального закладу в Хмельницькій області.

Кількісною мірою погодженості думок експертів є дисперсійний коефіцієнт конкордації  $W$ , що запропонував Кендалл [1]:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2(n^3 - n)}, \quad (1)$$

де  $S$  – сума квадратів відхилень.

$$S = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m r_{ij} - \bar{r} \right)^2, \quad (2)$$

$$\bar{r} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m r_{ij} \quad (3)$$

За наявності зв'язаних рангів коефіцієнт конкордації обчислюють за формулою

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j}, \quad (4)$$

де  $T_j$  – показник зв'язаних рангів у ранжуванні  $j$ -го експерта.

Значущість коефіцієнта конкордації  $W$  при  $n > 7$  встановлюють за критерієм  $\chi^2$  Пірсона, який за наявності зв'язаних рангів обчислюють за формулою (5)

$$\chi^2 = \frac{12 \cdot S}{m \cdot n(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^m T_j}. \quad (5)$$

У разі їхньої відсутності:

$$\chi^2 = W \cdot m(n-1). \quad (6)$$

Розрахований коефіцієнт конкордації  $W = 0,920062$  свідчить про збіг думок експертів щодо впливу обраних ознак на активність випускника. Крім того,  $\chi^2 = 64,40435 > \chi_{tab}^2 = 23,7$  за рівнем значущості  $\alpha = 0,05$  і кількістю ступенів вільності  $K = 15 - 1 = 14$ , тому можна стверджувати, що погодженість

міркувань експертів для цих параметрів достатня і результати ранжування ознак можна визнати коректними.

Отже, експерти встановили, що всі ознаки тією чи іншою мірою визначають активність випускника. Тому продовжимо виклад застосування методів нечіткої логіки для оцінювання активності випускників ВНЗ Хмельницької області.

Окреслені автором ознаки активності випускника є вхідними змінними системи. На основі їхнього оброблення за допомогою бази нечітких знань отримують вихідні змінні – рівень активності випускника. Таким чином розглядають систему моделювання активності випускника з  $n$  входами й одним виходом:

$$y = f_y(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (7)$$

де  $y$  – вихідна змінна;  $x_1, x_2, \dots, x_n$  – вхідні змінні.

Вихідна змінна – рівень активності випускника буде якісною величиною і набуватиме значення: "високий", "вище середнього", "середній", "нижче середнього", "низький".

При цьому, значення змінних  $x_1 - x_n$  та  $y$  є відомими:

$$W_i = \{w_i^1, w_i^2, \dots, w_i^{q_m}\}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (8)$$

$$Y = \{y^1, y^2, \dots, y^k\}, \quad (9)$$

де:  $w_i^l$  – значення вхідної змінної  $x_i$  ( $l = \overline{1, q_m}$ ,  $m = \overline{1, n}$  – потужність множини (8));  $y^j$  – значення вихідної змінної ( $j = \overline{1, k}$ ,  $k$  – потужність множини (9));

Для побудови моделі прогнозування рівня активності випускника, що відображає його рухову, політичну, міграційну, трудову та культурну сторони, пропонують використовувати 15 вище зазначених параметрів, якісні характеристики яких наведено в табл. 1. Тому вважаємо, що інтегральний показник активності випускника (Р) залежить від групи критеріїв, що характеризується цими параметрами: D – соціально-демографічна диференціація; Е – фінансово-економічний стан; Т – трудова грамотність; S – соціально-суспільний досвід.

**Табл. 1. Вхідні параметри моделі оцінки рівня активності випускника**

| Критерій                             | Параметр | Назва                       | Можливі значення параметра                                   |
|--------------------------------------|----------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1                                    | 2        | 3                           | 4                                                            |
| Соціально-демографічна диференціація | $X_1$    | Вік                         | М – молодий; С – середній; ВС – вище за середній             |
|                                      | $X_2$    | Стать                       | Ч – чоловіча; Ж – жіноча                                     |
|                                      | $X_3$    | Сімейний стан               | Н – неодружені; О – одружені; Р – розлучені;                 |
|                                      | $X_4$    | Здоров'я випускника         | Г – гарне; Д – добре; З – задовільне; Н – незадовільне       |
| Фінансово-економічний                | $X_5$    | Рівень односторонніх витрат | Н – низький; С – середній; ВС – вище середнього; В – високий |

| 1                          | 2        | 3                                | 4                                                                                                                           |
|----------------------------|----------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| стан                       | $X_6$    | Матеріальний стан                | В – високий; ВС – вищий за середній; С – середній; НС – нижчий за середній; Н – низький; ДН – дуже низький                  |
|                            | $X_7$    | Сфера прикладання праці          | ПВ – промислове виробництво; СО – сфера обслуговування; СГ – сільське господарство.                                         |
| Трудова грамотність        | $X_8$    | Поінформованість про ринок праці | Н – низька; В – висока; ВД – відсутня                                                                                       |
| Соціально-супільний досвід | $X_9$    | Знання трудового законодавства   | Д – добре; Ч – часткове; П – погане                                                                                         |
|                            | $X_{10}$ | Освіченість                      | Н – низька; С – середня; В – висока                                                                                         |
|                            | $X_{11}$ | Готовність мігрувати             | ЗМ – здатний мігрувати; НМ – не здатний мігрувати                                                                           |
|                            | $X_{12}$ | Фізичне навантаження             | РЗ – регулярно займається спортом; ЗН – нерегулярно займається спортом; Н – не займається спортом.                          |
|                            | $X_{13}$ | Культурний розвиток              | ВК – користується послугами закладів культури; НК – не користується послугами закладів культури                             |
|                            | $X_{14}$ | Політична орієнтованість         | С – слідкує за політичними подіями; НР – нерегулярно слідкує за політичними подіями; НС – не слідкує за політичними подіями |
|                            | $X_{15}$ | Працевлаштування                 | П – працює; Ч – чекає вакансія; Г – готовий працювати; Н – неготовий працювати.                                             |

Отож, задача моделювання полягає у тому, щоб кожному сполученню значень параметрів поставити у відповідність одне з рішень:  $p_j$  ( $j = 1..m$ ). З огляду на це, у процесі прогнозування активності випускника передбачено введення вектора фіксованих значень вхідних змінних  $X^* = \langle x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^* \rangle$ , де  $x_i^* \in W_i$ ,  $i = \overline{1, n}$  та згідно з інформацією про нього визначити вихід  $y^* \in Y$ . Тобто, згідно з теорією нечітких множин, визначити рівні зміни вихідного показника  $y^*$ .

Відповідно до прийнятих умов оцінки активності випускника її рівні будемо визначати наступним чином:  $p_1$  – висока активність випускника (В);  $p_2$  – активність вища середньої (ВС);  $p_3$  – середня активність (С);  $p_4$  – активність нижча середньої (НС);  $p_5$  – низька активність випускника (Н).

Наведені рівні  $p_1 \dots p_5$  будемо вважати характеристиками активності випускника вищого навчального закладу.

Зв'язок між вхідними змінними та вихідною змінною можна представити у вигляді дерева логічного висновку (рис. 4).

Дереву логічного висновку відповідає така система співвідношень:

$$R = f_R(D, E, T, F) \quad (10)$$

$$D = f_D(x_1, x_2, x_3, x_4) \quad (11)$$

$$E = f_E(x_5, x_6, x_7) \quad (12)$$

$$T = f_T(x_8, x_9, x_{10}) \quad (13)$$

$$S = f_S(x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}) \quad (14)$$

Отже, інтегральним показником є комплексне оцінювання рівня активності випускника, його якість залежить від часткових показників – груп критеріїв, за якими експерти виносять свої судження про активність випускника. Для оцінки значень змінних активності випускника  $D$ ,  $E$ ,  $T$ ,  $S$  будемо використовувати єдину шкалу якісних термів (оцінок): Н – *низька*, НС – *нижча середньої*, С – *середня*, ВС – *вища середньої*, В – *висока*. При цьому, кожний терм подається нечіткою множиною із відповідною функцією приналежності. При цьому функція приналежності  $\mu^T(x)$  характеризує суб'єктивну міру (в діапазоні  $[0; 1]$ ) впевненості експерта у тому, що чітке значення  $x$  відповідає нечіткому терму  $T$  [2]. Найчастіше на практиці використовують трикутні, трапецевидні і гаусові функції приналежності, параметри яких дають змогу змінювати форму функцій.

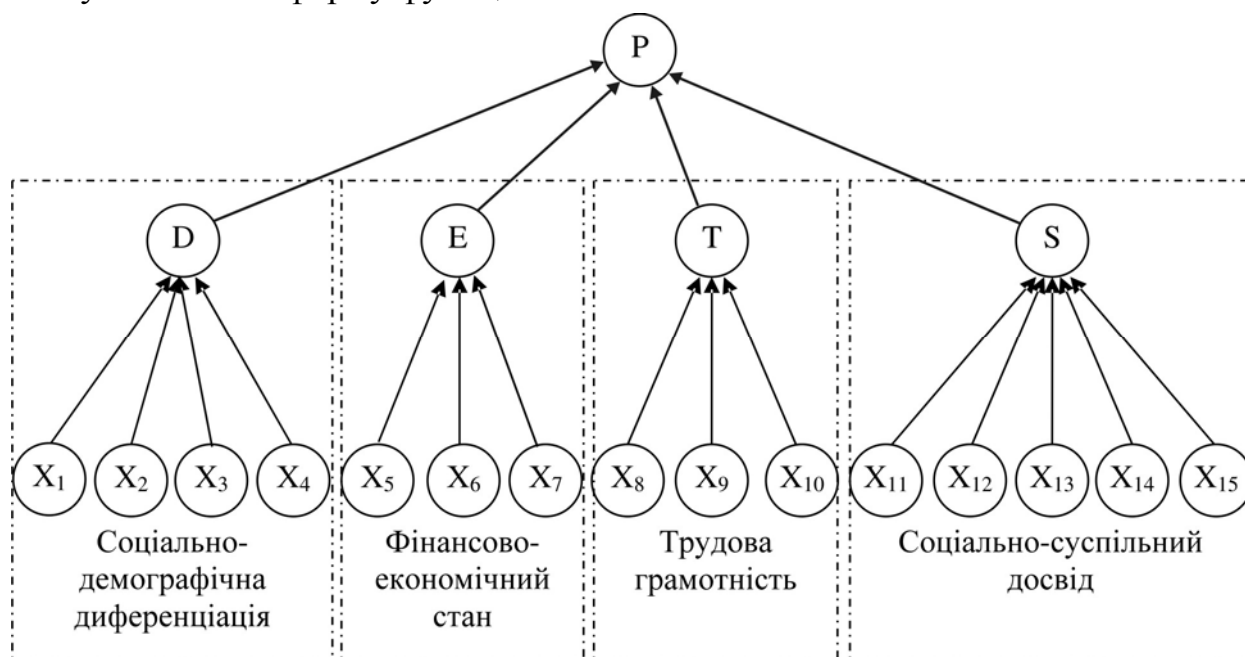


Рис. 4. Дерево логічного висновку для оцінки активності випускника

А.П. Ротштейн у праці [3] пропонує таку аналітичну модель функції приналежності змінної  $x$  довільному нечіткому терму  $T$ :

$$\mu^T(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-b}{c}\right)^2}, \quad (15)$$

де:  $b$  і  $c$  – параметри настройки:  $b$  – координата максимум функції,  $\mu^T(b) = 1$ ;  $c$  – коефіцієнт концентрації, розтягнення функції.

При цьому число  $b$  є тим значенням змінної  $x$ , яке найбільше відповідає назві нечіткого терма  $T$ .

Застосуємо її для побудови функцій приналежності, зокрема для знаходження рівня активності випускника (вихідна змінна) та вхідних змінних,

що його обумовлюють. Так, аналітичний вигляд функцій приналежності вихідної змінної має такий вигляд:

- "висока активність":  $\mu^B(y) = \frac{1}{1 + \left(\frac{y-1}{0,2}\right)^2}$
- "активність вище середньої":  $\mu^{BC}(y) = \frac{1}{1 + \left(\frac{y-0,75}{0,3}\right)^2}$
- "середня активність":  $\mu^C(y) = \frac{1}{1 + \left(\frac{y-0,5}{0,15}\right)^2}$
- "активність нижче середньої":  $\mu^{HC}(y) = \frac{1}{1 + \left(\frac{y-0,25}{0,3}\right)^2}$
- "низька активність":  $\mu^H(y) = \frac{1}{1 + \left(\frac{y-0}{0,2}\right)^2}$

Підібрані функції приналежності вихідної змінної "активності випускника" нечітким термам "висока", "вище середньої", "середня", "нижче середньої", "низька" графічно зображено на рис. 5

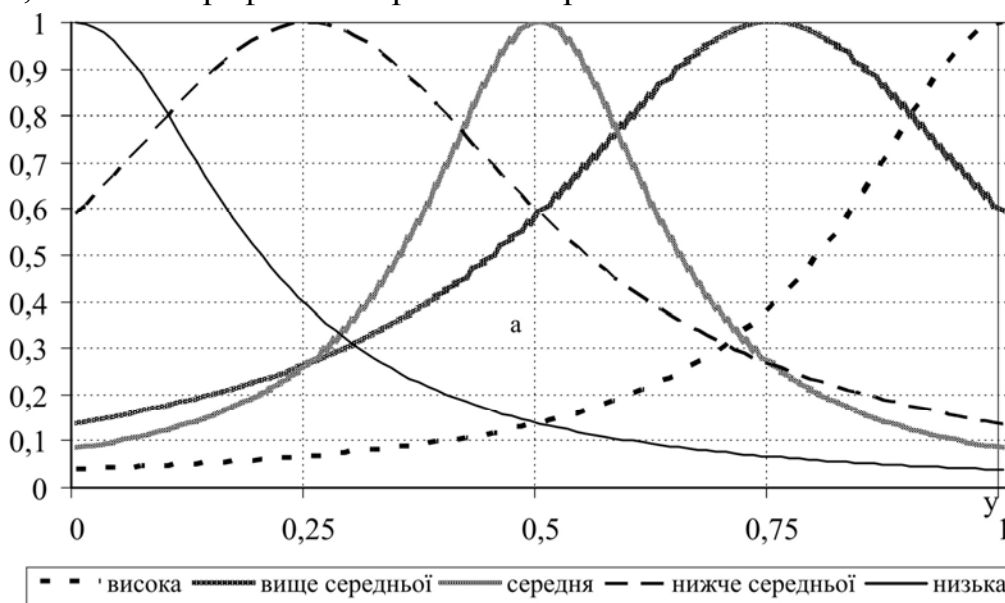


**Рис. 5. Функції приналежності вихідної змінної**

Як видно з графіків, найбільше відповідає терму "висока" рівень вихідної змінної 1, терму "вище середньої" – 0,75, терму "середня" – значення змінної 0,5, терму "нижче середньої" найближче значення 0,25, терму "низька" – 0, що свідчить про повну невідповідність людини образу мігранта.

Зазначимо, що вихідна змінна "активність випускника" набуває значення на проміжку  $[0, 1]$ . При чому її також можна виразити за допомогою нечіт-

ких термів "висока активність", "активність вища середньої", "середня активність", "активність нижча середньої" і "низька активність". Для цього здійснюється перехід від неперервного інтервалу  $[0,1]$  до нечіткої множини [3]:

$$\tilde{y} = \left\{ \frac{\mu^{p_1}(y)}{[\underline{y}, y_1]}, \frac{\mu^{p_2}(y)}{[y_1, y_2]}, \dots, \frac{\mu^{p_m}(y)}{[y_{m-1}, \bar{y}]} \right\}, \quad (16)$$

де  $\frac{\mu^{d_i}(y)}{[y_{m-1}, y_m]}$  – функція приналежності проміжку значень змінної  $[y_{m-1}, y_m]$  нечіткому терму  $p_i$ .

Число  $y^*$ , яке відповідає нечіткій множині (16), визначають таким чином:

$$y^* = \frac{y\mu^{p_1}(y) + y_1\mu^{p_2}(y) + \dots + y_{m-1}\mu^{p_m}(y)}{\mu^{p_1}(y) + \mu^{p_2}(y) + \dots + \mu^{p_m}(y)}. \quad (17)$$

Оскільки моделювання активності випускника – це система з неперервним виходом, то інтервал  $[\underline{y}, \bar{y}]$ , на якому змінюється вихід  $y$  об'єкта, розбіємо на 5 рівних частин:  $[0; 0,2)$ ,  $[0,2; 0,4)$ ,  $[0,4; 0,6)$ ,  $[0,6; 0,8)$  і  $[0,8; 1]$ . Вони відповідають нечітким термам "низька активність", "нижча середньої", "середня", "вища середньої" та "висока активність". Після цього формула (17) значно спроститься і набуде вигляду:

$$y^* = \frac{\sum_{j=1}^m [\underline{y} + (j-1)\Delta] \mu^{d_j}(y)}{\sum_{j=1}^m \mu^{d_j}(y)}, \quad (18)$$

де  $\Delta$  – крок, вибраний для інтервалів змінної  $y$ :

$$\Delta = \frac{\bar{y} - \underline{y}}{m-1}. \quad (19)$$

Формула (18) дає змогу здійснити операцію дефазифікації (від англ. defuzzification), тобто перетворити нечітку інформацію в чітку.

З цією метою процес обчислення потрібно здійснити за таким алгоритмом [3]:

1. Визначити значення вхідних змінних;
2. За допомогою функцій приналежності вхідних змінних і рівнянь бази знань визначити багатомірні функції приналежності  $\mu^{p_j}(x_i^*, i = \overline{1,15})$  для всіх підінтервалів  $p_j = [y_{j-1}, y_j)$ ,  $j = \overline{1,5}$ , на які розбивається інтервал  $[\underline{y}, \bar{y}]$ ;
3. Використовуючи операцію дефазифікації (18), отримати шукане значення  $y^*$ .

Таким чином, за допомогою нечіткої бази знань на основі вхідної інформації про характеристики студентів робимо висновок про активність випускників. Як показують результати анкетного опитування студентів чо-

тирьох ВНЗ Хмельницької області, найактивнішими є випускники чоловічої статі середнього віку із середнім рівнем одноденних витрат. При цьому варто наголосити на тому, що з кожним роком жінки стають дедалі активнішими у всіх сферах життя. Тому в найближчій перспективі потрібно очікувати певних змін в активності випускників.

Отримані результати дають змогу прогнозувати поведінку випускників і належно впливати на кон'юнктуру ринку праці.

### Література

1. Бешелев С.Д. и др. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М. : Изд-во "Статистика", 1974. – 159 с.
  2. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений / Л. Заде. – М. : Изд-во "Мир", 1976. – 167 с.
  3. Ротштейн А.П. Інтелектуальні технології ідентифікації: нечіткі множини, генетичні алгоритми, нейронні мережі / А.П. Ротштейн. – Вінниця : Вид-во Вінницького політехнічного ін-ту, 1999. – 320 с.
-