

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 519.816

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2019.85.0.7

ПОБУДОВА МОДЕЛЕЙ ПОВЕДІНКИ СТУДЕНТІВ НА ОСНОВІ МАТРИЦЬ НЕЧІТКИХ ВІДНОСИН З УРАХУВАННЯМ ЇХ МОТИВАЦІЙ ДО ПІДВИЩЕННЯ УСПІШНОСТІ

Шевченко В. О., Кудін А. І.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Актуальна проблема покращення успішності студентів вирішується різними методами та прийомами, зокрема й математичним моделюванням. Авторами статті були застосовані різні методи: кластерного аналізу, нечітких множин, продукційного моделювання. За результатами проведених експериментів були визначені п'ять моделей поведінки студентів під час складання заліків або іспитів. Отримані результати можуть бути використані для автоматизації формування індивідуальних методик навчання.

Ключові слова: успішність, кластерний аналіз, нечіткі множини, типологічні групи, продукційні моделі, невизначеність, формалізація, перерозподіл.

Вступ

Побудова національної освітньої системи в Україні передбачає новий підхід у професійній підготовці майбутніх кадрів, спрямований на подолання кризи в освіті, яка виявляється насамперед у невідповідності знань студентів запитам особистості, громадським потребам та світовим стандартам. Подолання кризи освітньої системи, підвищення рівня професійної підготовки випускників ЗВО неможливі без упровадження нових передових технологій навчання.

Аналіз публікацій

На даний час існує значна кількість робіт, у яких обговорюються проблеми математичного моделювання [1] й управління процесом навчання [2] за допомогою різного математичного апарату: нейронних мереж [3] і нечітких множин [4–7] та ін. Отже, на основі сучасних методів моделювання доцільно розробити інструмент, за допомогою якого можна підвищити успішність студентів.

У [8] представлений розроблений метод кластерного аналізу для розподілу студентів на типологічні групи залежно від факторів, що впливають на їх успішність.

У [9] запропоновано методику прогнозування успішності студентів на основі розподілу студентів на типологічні групи за допомогою розробленого методу кластерного аналізу.

У [10] подана формалізація розробленого методу за допомогою схеми алгоритму, що може бути використано в процесі автомати-

зації розподілу студентів на типологічні групи за допомогою комп'ютера.

Але розроблений метод розподілу студентів не є досить точним, що було підтверджено в [11].

Мета і постановка завдання

З метою підвищення точності кластеризації необхідно впровадити в процедуру кластеризації як вихідні дані фактори, що впливають на успішність студентів, але не враховані раніше у зв'язку з труднощами в їх кількісному вимірі. До таких факторів належать: мотивація, індивідуальні здібності студентів до навчання, фактори зовнішнього середовища та ін. На даний момент не існує чіткого й однозначного керівництва щодо визначення рівня значущості названих чинників. Тому будемо вважати якісні фактори статистично невизначеними параметрами, а процедуру кластеризації студентів на типологічні групи досліджуємо як завдання прийняття рішень в умовах нечіткої інформації. Вирішення завдання перерозподілу студентів за типологічними групами в умовах нечіткої інформації представимо продукційною моделлю.

Побудова моделей поведінки студентів на основі матриць нечітких відносин

Представимо результат кластеризації студентів у вигляді нечіткої функції \tilde{K} :

$$\tilde{K} = (X, Y, \tilde{F}), \quad (1)$$

де $X = \{x_i\}, i = \overline{1,4}$ – чітка множина типологічних класів, за якими проведено розподіл студентів методом кластерного аналізу; $Y = \{y_j\}, j = \overline{1,4}$ – чітка множина типологічних класів, за якими можливий перерозподіл студентів; $\tilde{F} = \{\mu_{\tilde{F}}\langle x_i, y_j \rangle\}$ – нечітка множина в $X \times Y$, де $\mu_{\tilde{F}}\langle x_i, y_j \rangle$ – функція належності $x_i \in X, i = \overline{1,4}; y_j \in Y, j = \overline{1,4}$.

Якщо поточна успішність студента не відповідає прогнозованому рівню його успішності, іншими словами, розподіл студента в типологічний клас виконано помилково, то необхідно організувати можливість перерозподілу студентів за типологічними групами.

У процесі навчання студентів їхні цілі й пізнавальна мотивація різні. Запропонуємо метод обліку переваг студента під час складання заліку (іспиту).

Будемо розрізняти такі моделі поведінки студента:

МП1 – отримати мінімальну позитивну оцінку (не одержати «погано»);

МП2 – скласти бажано на «добре» або «задовільно» (не одержати «погано»; «задовільно» може бути);

МП3 – скласти тільки на «добре» (не одержати «погано» або «задовільно»);

МП4 – скласти бажано на «відмінно» (не одержати «погано» або «задовільно»; «добре» може бути);

МП5 – скласти тільки на «відмінно» (не одержати «погано», або «задовільно», або «добре»).

Запишемо моделі поведінки студентів мовою предикатів [12]:

$$\begin{aligned}
 & \text{МП1. } \forall \chi [P, V \uparrow (\lambda(\chi)) \rightarrow \\
 & \rightarrow K_y = 60 \leq \lambda(\chi) < 75] \quad , \\
 & \text{МП2. } \forall \chi [P, V \uparrow (\lambda(\chi)) \rightarrow \\
 & \rightarrow K_x \subseteq K_y = 60 \leq \lambda(\chi) < 90] \quad , \\
 & \text{МП3. } \forall \chi [P, V \uparrow (\lambda(\chi)) \rightarrow \\
 & \rightarrow K_x = 75 \leq \lambda(\chi) < 90] \quad , \\
 & \text{МП4. } \forall \chi [P, V \uparrow (\lambda(\chi)) \rightarrow \\
 & \rightarrow K_o \subseteq K_x = 75 \leq \lambda(\chi) < 100] \quad , \\
 & \text{МП5. } \forall \chi [P, V \uparrow (\lambda(\chi)) \rightarrow \\
 & \rightarrow K_o = 90 \leq \lambda(\chi) < 100] \quad ,
 \end{aligned} \quad (2)$$

де МП1, МП2, ..., МП5 – відповідні моделі поведінки студента; $\forall \chi$ – усі студенти, які

вивчають дисципліну «Інформатика»; P – предикат, що відтворює прагнення студента; $V \uparrow$ – оператор можливості; $\lambda(\chi)$ – оцінка студента з дисципліни «Інформатика»; K_y – клас «3»; K_x – клас «4»; K_o – клас «5».

Кожну модель поведінки студента опишемо нечіткою множиною

$$\tilde{M}_s = \{\mu_{\tilde{K}}(y_j)\}, s = \overline{1,5}, j = \overline{1,4}, \quad (3)$$

де s – множина моделей поведінки студентів; y_j – множина типологічних класів, у які можливий перехід.

Отримаємо:

$$\begin{aligned}
 \tilde{M}_1 &= \{0; 1; 1; 1\}, \\
 \tilde{M}_2 &= \{0; 0,5; 1; 1\}, \\
 \tilde{M}_3 &= \{0; 0; 1; 1\}, \\
 \tilde{M}_4 &= \{0; 0; 0,5; 1\}, \\
 \tilde{M}_5 &= \{0; 0; 0; 1\}.
 \end{aligned} \quad (4)$$

Представимо нечітку функцію (1) у вигляді матриці переваг:

$$\tilde{K} = \begin{vmatrix} 1 & 0,98 & 0,61 & 0,24 \\ 0,98 & 1 & 0,96 & 0,39 \\ 0,79 & 0,99 & 1 & 0,9 \\ 0,66 & 0,82 & 0,99 & 1 \end{vmatrix}. \quad (5)$$

Тоді з урахуванням моделей поведінки студента з матриці (5) отримаємо множину матриць нечітких відносин переваг студента

$$\tilde{K}_s = \tilde{K} \cap \tilde{M}_s \quad (6)$$

з функцією належності

$$\mu_{\tilde{K}_s} \langle x_i, y_j \rangle = \min [\mu_{\tilde{K}} \langle x_i, y_j \rangle; \mu_{\tilde{M}_s} \langle x_i, y_j \rangle], \quad (7)$$

де s – множина моделей поведінки студентів; x_i – множина типологічних класів, за якими проведено розподіл студентів; y_j – множина типологічних класів, у які можливий перехід [13].

Для МП1 отримаємо:

$$\tilde{K}_1 = \begin{vmatrix} 0 & 0,98 & 0,61 & 0,24 \\ 0 & 1 & 0,96 & 0,39 \\ 0 & 0,99 & 1 & 0,9 \\ 0 & 0,82 & 0,99 & 1 \end{vmatrix}. \quad (8)$$

Для МП2:

$$\tilde{K}_2 = \begin{vmatrix} 0 & 0,5 & 0,61 & 0,24 \\ 0 & 0,5 & 0,96 & 0,39 \\ 0 & 0,5 & 1 & 0,9 \\ 0 & 0,5 & 0,99 & 1 \end{vmatrix}. \quad (9)$$

Для МП3:

$$\tilde{K}_3 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0,61 & 0,24 \\ 0 & 0 & 0,96 & 0,39 \\ 0 & 0 & 1 & 0,9 \\ 0 & 0 & 0,99 & 1 \end{vmatrix}. \quad (10)$$

Для МП4:

$$\tilde{K}_4 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0,5 & 0,24 \\ 0 & 0 & 0,5 & 0,39 \\ 0 & 0 & 0,5 & 0,9 \\ 0 & 0 & 0,5 & 1 \end{vmatrix}. \quad (11)$$

Для МП5:

$$\tilde{K}_5 = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0,24 \\ 0 & 0 & 0 & 0,39 \\ 0 & 0 & 0 & 0,9 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}. \quad (12)$$

Матриці (8)–(12) показують прагнення студентів до кращої оцінки. Таке бажання для кожної типологічної групи студентів має свій коефіцієнт переваг від 0 до 1. У цьому випадку 1 означає, що студент обов'язково повинен (прагне) отримати кращу оцінку, тому що з незадовільною успішністю він буде відрахований, а 0 означає, що студента задовольняє його оцінка і він не має намірів її покращити.

Визначимо відносини чіткої переваги \tilde{K}_s^C для кожної моделі поведінки студента з функцією приналежності, обчисленої за формулою (13) [13]:

$$\mu_{\tilde{K}_s^C}(x_i, y_j) = \max \left[\mu_{\tilde{K}_s}(x_i, y_j) - \mu_{\tilde{K}_s}(y_j, x_i); 0 \right]. \quad (13)$$

Отримаємо для МП1:

$$\tilde{K}_1^C = \begin{vmatrix} 0 & 0,98 & 0,61 & 0,24 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,03 & 0 & 0 \\ 0 & 0,43 & 0,09 & 0 \end{vmatrix}. \quad (14)$$

Для МП2:

$$\tilde{K}_2^C = \begin{vmatrix} 0 & 0,5 & 0,61 & 0,24 \\ 0 & 0 & 0,56 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,11 & 0,09 & 0 \end{vmatrix}. \quad (15)$$

Для МП3:

$$\tilde{K}_3^C = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0,61 & 0,24 \\ 0 & 0 & 0,96 & 0,39 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,09 & 0 \end{vmatrix}. \quad (16)$$

Для МП4:

$$\tilde{K}_4^C = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0,5 & 0,24 \\ 0 & 0 & 0,5 & 0,39 \\ 0 & 0 & 0 & 0,4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}. \quad (17)$$

Для МП5:

$$\tilde{K}_5^C = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0,24 \\ 0 & 0 & 0 & 0,39 \\ 0 & 0 & 0 & 0,9 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}. \quad (18)$$

Для кожної моделі поведінки студента за формулою (19) обчислимо множину недомінуючих альтернатив \tilde{K}_s^{HD} з функцією належності $\mu_{\tilde{K}_s^{HD}}$ [6]:

$$\mu_{\tilde{K}_s^{HD}}(y_j) = 1 - \sup_{x \in X} \mu_{\tilde{K}_s^C}(x_i, y_j). \quad (19)$$

Множину недомінуючих альтернатив для кожної моделі поведінки студента представимо у вигляді табл. 1.

У ній наведена достовірність невідповідності співвіднесення студента до типологічної групи з певною моделлю поведінки. Виділивши безліч чітко недомінуючих

альтернатив, для яких $\mu_{\tilde{\kappa}_5^{\text{нд}}}(y) = 1$, отримуємо підгрупи студентів, де переваги за успішністю не відповідають їх можливостям.

Таблиця 1 – Відповідність успішності й переваг студентів

Функція належності	Клас «2»	Клас «3.»	Клас «4»	Клас «5»
$\mu_{\tilde{\kappa}_1^{\text{нд}}}(y_j)$	1	0,02	0,39	0,76
$\mu_{\tilde{\kappa}_2^{\text{нд}}}(y_j)$	1	0,5	0,39	0,76
$\mu_{\tilde{\kappa}_3^{\text{нд}}}(y_j)$	1	1	0,04	0,61
$\mu_{\tilde{\kappa}_4^{\text{нд}}}(y_j)$	1	1	0,5	0,6
$\mu_{\tilde{\kappa}_5^{\text{нд}}}(y_j)$	1	1	1	0,1

Проаналізуємо елементи множини чітко недомінуючих альтернатив. Для моделі поведінки студентів МП1 «аби скласти» (2) існує один чітко домінуючий елемент – перехід з класу «2» в будь-який інший клас. Графічне представлення функції переходу з класу «2» за умови моделі поведінки МП1 представлено на рис. 1.

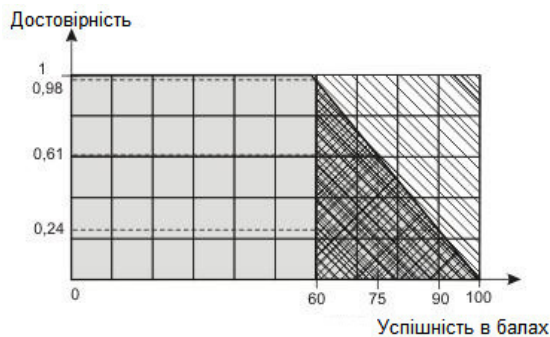


Рис. 1. Графічне представлення можливості переходу студентів з моделлю поведінки МП1 з класу «2»

Прийняті позначення на рис. 1:

- графічне представлення нечіткої ділянки належності студентів до класу «2»;
- графічне представлення нечіткої ділянки успішності, до якої студенти прагнуть належати;
- графічне представлення нечіткої ділянки успішності, у яку студенти мають можливість перейти з урахуванням своїх переваг.

Для моделі поведінки студентів МП2 «скласти бажано на "добре" або "відмінно"»

(2) є також один чітко домінуючий елемент – перехід з класу «2» до будь-якого іншого класу. Графічне представлення функції переходу з класу «2» за умови моделі поведінки МП2 представлено на рис. 2.

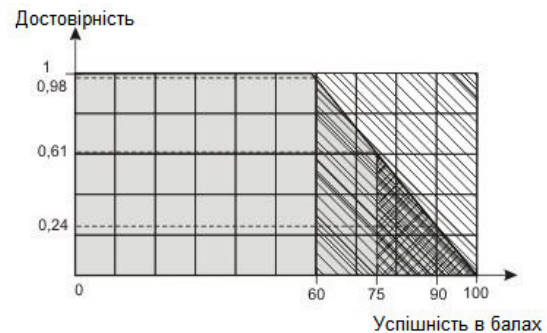


Рис. 2. Графічне представлення можливості переходу студентів з моделлю поведінки МП2 з класу «2»

Прийняті позначення на рис. 2:

- графічне представлення нечіткої ділянки належності студентів до класу «2»;
- графічне представлення нечіткої ділянки успішності, до якої студенти бажають належати;
- графічне представлення нечіткої ділянки успішності, до якої студенти мають можливість, але не вважають за краще перейти;
- графічне представлення нечіткої ділянки успішності, до якої студенти мають можливість перейти з урахуванням своїх переваг.

Для моделі поведінки студентів МП3 «скласти тільки "добре" або "відмінно"» (2) існують два чітко недомінуючих елементи – перехід з класу «2» і перехід з класу «3» до класу «4» або класу «5».

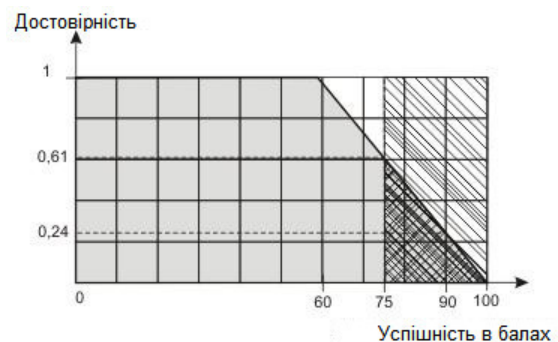


Рис. 3. Графічне представлення можливості переходу студентів з моделлю поведінки МП3 з класу «2»

Графічні представлення функцій переходу з класу «2» і з класу «3» за умови моделі поведінки МПЗ представлені на рис. 3, 4. Умовні позначення аналогічні рис. 1 і 2.

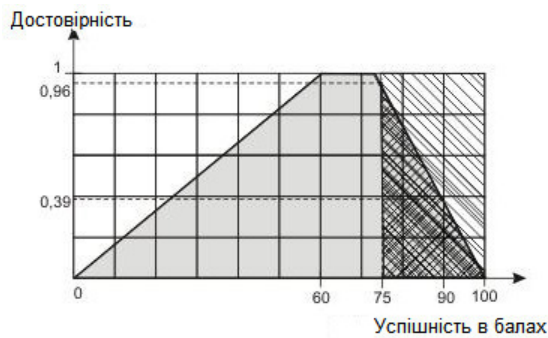


Рис. 4. Графічне представлення можливості переходу студентів з моделлю поведінки МПЗ з класу «3»

Для моделі поведінки студентів МП4 «здати бажано на "відмінно"» (2) також існують два чітко невідмінюючих елементи – перехід з класу «2» і перехід з класу «3» до класу «4» або «5». Графічні представлення функцій переходу з класу «2» і класу «3» за умови моделі поведінки МП4 представлені на рис. 5, 6. Умовні позначення аналогічні рис. 1 і 2.

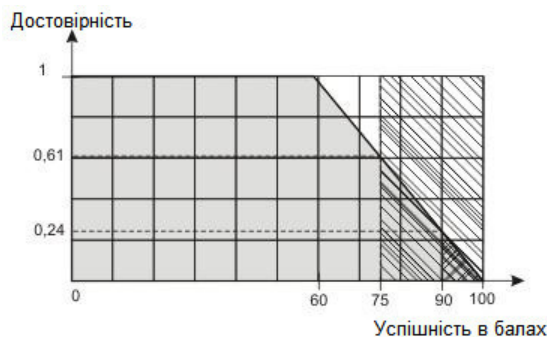


Рис. 5. Графічне представлення можливості переходу студентів з моделлю поведінки МП4 з класу «2»

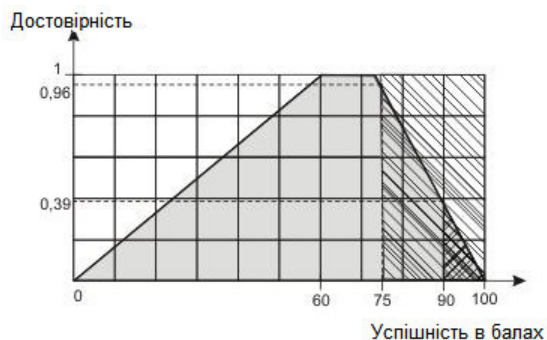


Рис. 6. Графічне представлення можливості переходу студентів з моделлю поведінки МП4 з класу «3»

Для моделі поведінки студентів МП5 «скласти тільки на "відмінно"» (2) існують три чітко невідмінюючих елементи – перехід з класу «2», перехід з класу «3» і перехід з класу «4» до класу «5». Графічні представлення функцій переходу за умови моделі поведінки МП5 представлені на рис. 7–9. Умовні позначення аналогічні рис. 1 і 2.

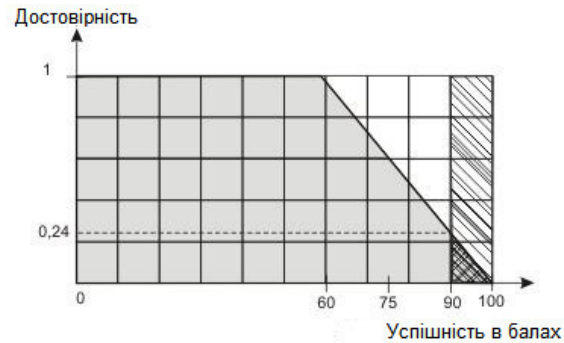


Рис. 7. Графічне представлення можливості переходу студентів з моделлю поведінки МП5 з класу «2»

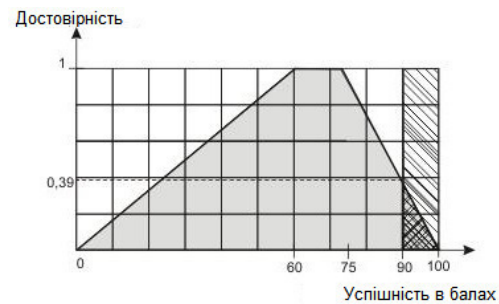


Рис. 8. Графічне представлення можливості переходу студентів з моделлю поведінки МП5 з класу «3»

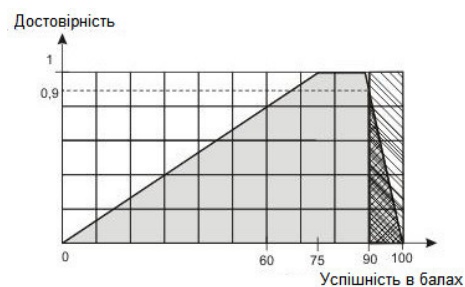


Рис. 9. Графічне представлення можливості переходу студентів з моделлю поведінки МП5 з класу «4»

Висновки

Побудовані моделі перерозподілу студентів з однієї типологічної групи до іншої дозволяють автоматизувати процес виявлення студентів, які бажають підвищити свою успішність, але не можуть цього зробити у зв'язку з низьким рівнем попередньої підготовки. Для таких студентів буде можливо

запропонувати роботу за індивідуальними методиками, що дозволить підвищити їхню успішність.

Література

- Lamb R. L., Vallett D. B., Akmal T., Baldwin K. A computational modeling of student cognitive processes in science education. *Computers & Education*. – 2014. – Vol. 79. – P. 116–125.
- Stoyanova L. Y. The Learning Process Management in E-learning Environment in the Technology School «Electronic Systems» Associated with the Technical University of Sofia. *Technological Developments in Education and Automation*. – 2010. – P. 271–274.
- Fazlollahtabar H. User/tutor optimal learning path in e-learning using comprehensive neuro-fuzzy approach. *Educational Research Review*. – 2009. – Vol. 4, Issue 2. – P. 142–155.
- Dias S. B., Diniz J.A. Fuzzy QoI model: A fuzzy logic-based modelling of users' quality of interaction with a learning management system under blended learning. *Computers & Education*. – 2013. – Vol. 69. – P. 38–59.
- Lupo T. A fuzzy ServQual based method for reliable measurements of education quality in Italian higher education area. *Expert Systems with Applications*. – 2013. – Vol. 40, Issue 17. – P. 7096–7110.
- Chen S.-M., Li T.-S. Evaluating students' answerscripts based on interval-valued intuitionistic fuzzy sets. *Information Sciences*. – 2013. – Vol. 235. – P. 308–322.
- Kwok R. C. W., MC J., Vogel D., Zhou D. Collaborative assessment in education: an application of a fuzzy GSS. *Information & Management*. – 2001. – Vol. 39, Issue 3. – P. 243–253.
- Шевченко В. А. Распределение студентов на типологические группы с помощью кластерного анализа в зависимости от факторов, влияющих на успеваемость. *Збірник матеріалів міжнародної науково-методичної конференції «Проблеми інтеграції національних закладів вищої освіти до Європейського освітнього середовища». Т. 2 «Сучасні підходи до забезпечення якості вищої освіти»*. – Харків: ХНАДУ, 2012. – С. 120–123.
- Шевченко В. А. Прогнозирование успеваемости студентов на основе методов кластерного анализа. *Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр.* – Харьков: ХНАДУ, 2015. – Вып. 68. – С.18–21.
- Шевченко В. А., Кудин А. И. Алгоритмизация процедуры кластерного анализа для прогнозирования успеваемости студентов. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології. Електронне наукове фахове видання*. – Харків, 2017. – Вип. 11. – С. 64–67.
- Шевченко В. А. Построение модели прогнозирования уровня знаний, приобретенных студентами по дисциплине. *Информатика. Экспертные оценки элементов учебного процесса: материалы XIII межвуз. науч.-практ. конф.* – Харьков, 2011. – С. 101–102.
- Метешкин К. А. Кибернетическая педагогика: теоретические основы управления образованием на базе интегрированного интеллекта: монография. – Харьков: Международный Славянский университет, 2004. – 400 с.
- Орловский С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. – Москва: Наука, 1981. – 208 с.

References

- Lamb R. L., Vallett D. B., Akmal T., Baldwin K. A computational modeling of student cognitive processes in science education. *Computers & Education*. – 2014. – Vol. 79. – P. 116–125.
- Stoyanova L. Y. The Learning Process Management in E-learning Environment in the Technology School «Electronic Systems» Associated with the Technical University of Sofia. *Technological Developments in Education and Automation*. – 2010. – P. 271–274.
- Fazlollahtabar H. User/tutor optimal learning path in e-learning using comprehensive neuro-fuzzy approach. *Educational Research Review*. – 2009. – Vol. 4, Issue 2. – P. 142–155.
- Dias S. B., Diniz J.A. Fuzzy QoI model: A fuzzy logic-based modelling of users' quality of interaction with a learning management system under blended learning. *Computers & Education*. – 2013. – Vol. 69. – P. 38–59.
- Lupo T. A fuzzy ServQual based method for reliable measurements of education quality in Italian higher education area. *Expert Systems with Applications*. – 2013. – Vol. 40, Issue 17. – P. 7096–7110.
- Chen S.-M., Li T.-S. Evaluating students' answerscripts based on interval-valued intuitionistic fuzzy sets. *Information Sciences*. – 2013. – Vol. 235. – P. 308–322.
- Kwok R. C. W., MC J., Vogel D., Zhou D. Collaborative assessment in education: an application of a fuzzy GSS. *Information & Management*. – 2001. – Vol. 39, Issue 3. – P. 243–253.
- Shevchenko V. The distribution of students in typological groups using cluster analysis, depending on factors affecting performance. *Digest materials of the internationally scientific and methodical conference «Problems of Integrated National Initiatives in Higher Education to the European Sanitary Center». Vol. 2 «Modern Landmarks to the Warmfulness of the Sanctuary»*. – Kharkiv: HNADU, 2012. – P. 120–123.
- Shevchenko V. Prediction of student performance on the basis of cluster analysis methods. *Bulletin HNADU: Sat. scientific tr.* – Kharkiv: HNADU, 2015. – Vol. 68. – P. 18–21.
- Shevchenko V., Kudin A. Algo-rhythmization of the cluster analysis procedure to predict students' progress. *Car and Electronics. Modern technology. Electronic scientific professional edition*. – Charkov, 2017. – Whip 11. – P. 64–67.
- Shevchenko V. Building a model for predicting the level of knowledge acquired by students in the

- discipline «Informatics». Expert assessments of the elements of the educational process: materials XIII intercollege scientific-practical conf., Kharkiv, 2011. – P. 101–102.
12. Meteshkin K. Cybernetic pedagogy: theoretical foundations of educational management based on integrated intelligence: monograph. – Kharkiv: International Slavic University, 2004. – 400 p.
 13. Orlovsky S. Decision making problems with fuzzy initial information. – Moscow: Science, 1981. – 208 p.

Шевченко Вікторія Олександрівна, к.т.н., доцент кафедри інформатики та прикладної математики, тел. +38 0961239218, e-mail: vicashev@gmail.com,

Кудін Анатолій Іванович, к.т.н., доцент кафедри інформатики та прикладної математики, тел. +38 0961239209, e-mail: akud243@gmail.com. Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, вул. Я. Мудрого, 25.

Построение моделей поведения студентов на основе матриц нечетких отношений с учетом их мотиваций к повышению успеваемости

Аннотация. Актуальная проблема повышения успеваемости студентов решается разными методами и приемами, в том числе и математическим моделированием. Авторами статьи были использованы методы кластерного анализа, теория нечетких множеств, продукционное моделирование. По результатам проведенных экспериментов были определены пять моделей поведения студентов при сдаче зачетов и экзаменов. Полученные результаты могут быть использованы для автоматизации формирования индивидуальных методик обучения.

Ключевые слова: успеваемость, кластерный анализ, нечеткие множества, типологические группы, продукционные модели, неопределенность, формализация, перераспределение.

Шевченко Виктория Александровна, к.т.н., доцент кафедры информатики та прикладної математики, тел. +380961239218, e-mail: vicashev@gmail.com,

Кудин Анатолий Иванович, к.т.н., доцент кафедры информатики и прикладной математики, тел. +38 0961239209, e-mail: akud243@gmail.com. Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, г. Харьков, ул. Я. Мудрого, 25.

Construction of models of students' behavior based on matrixes of fuzzy relations considering their motivations to improve success in learning

Abstract. Problem. In this article, the student behavior models are formalized, considering their motivation to improve the performance. The relevance of this topic is due to the need to introduce new information technologies into the education system of

Ukraine, which are aimed at reforming the educational process in order to overcome the crisis in education and increase the level of professional education of university graduates. **Goal.** In the process of developing models, a large number of works were considered in which the problems of mathematical modeling and management of the learning process were discussed, with the aim of increasing student performance. The purpose of this article is to describe the behavior patterns of students for the development of information technologies aimed at improving academic performance. **Methodology.** To achieve this goal, the methods of cluster analysis, fuzzy sets and production modeling were used. Clustering parameters were determined as a result of processing statistical data obtained experimentally. According to the results of the experiments, the students were divided into typological groups depending on their performance, for this purpose a modified cluster analysis method was used. Considering poorly formalized factors, this task was presented as a decision-making task under conditions of uncertainty. The result of clustering was presented with the help of a fuzzy function, and production models of students' behavior during the test (exam) were built. **Results.** As a result, 5 models of students' behavior during the test (exam) were identified and described, and these models were formalized in the language of predicates. Matrices of fuzzy relations of students' preferences for evaluating their knowledge are built and formalized. The relations of strict preference for each model of student behavior are defined and a number of clearly non-dominant alternatives of student behavior that want to improve their academic performance are identified. Graphic representations of fuzzy possibilities of redistributing students to another typological group by academic performance, depending on their behavioral patterns, are constructed. **Originality.** This article proposes the production models of building up student behavior during the test (exam). **Practical value.** Formalization of student distribution models by typological groups depending on academic performance can be used in the development of an automated tool for creating information technology to form individual methods of teaching students

Key words: academic performance, cluster analysis method, fuzzy sets, topological groups, production models, uncertainty, academic performance, formalization, redistribution.

Shevchenko Victoria, Ph.D., Associate Professor of the Department of Informatics and Applied Mathematics, tel. +38 0961239218, e-mail: vicashev@gmail.com,

Kudin Anatoly, Ph.D., Associate Professor of the Department of Computer Science and Applied Mathematics, tel. +38 0961239209, e-mail: akud243@gmail.com.

Kharkov National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine.