

УДК 377:356.13

О. В. СОЙКО,*старший викладач кафедри прикордонного контролю Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький*

ОЦІНКА ЯКОСТІ НАВЧАЛЬНИХ КУРСІВ З ПРОФЕСІЙНО-ОРІЄНТОВНИХ ДИСЦИПЛІН ПАРНИМ ПОРІВНЯННЯМ ОБ'ЄКТІВ

У статті розглядаються основні показники якості навчального курсу та методика їх оцінки експертами, проаналізовані діючі методики обчислення результатів та запропонований метод парних порівнянь об'єктів. Дана методика значно простіша існуючого способу розрахунку координат власного вектору перетворюваної матриці рангів, хоча й приводить до того ж результату. Отримана якісна картина дає інформацію для аналізу діяльності викладачів курсу.

Ключові слова: показники курсу, експертна оцінка, метод парних порівнянь.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Управління процесом навчання та удосконалення цього процесу неможливі за відсутності інформації про якість проведення занять та її всебічного аналізу. Аналогічна інформація отримується, як правило, методом експертної оцінки за системою показників якості.

Основними показниками якості навчання зазвичай приймають: змістовність професійно-орієнтовного курсу, що викладається (науковий рівень, глибина викладення тощо);

методичний рівень проведення занять на курсі (логіка побудови матеріалу, чіткість і ясність викладення, застосування сучасних методик, уміння відповідати на питання, що виникли у слухачів).

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано вирішення даної проблеми та на які спирається автор. Різні аспекти розробки навчальних курсів, оцінки якості навчання, питання технології контролю навчальної діяльності досліджували у своїх роботах С. Архангельський, Ю. Бабанський, О. Безносюк, М. Єсіпов, К. Інгенкамп, Г. Лисак, М. Махмутов, І. Підласий, В. Полюк, М. Поташник, Л. Романишина, Н. Тализіна, Д. Чернилевський. Оцінні компоненти діяльності викладача вищої військової школи розглядались у роботах А. Бикова, А. Лазукіна.

Мета статті – проаналізувати існуючі методики оцінки якості навчальних курсів, визначити позитивні та негативні сторони та їх практичну реалізацію у сучасних умовах, надати рекомендації щодо застосування методики парних порівнянь об'єктів з розрахунком таксономічних відстаней між об'єктами в n -мірному просторі та їх якісних ознак.

Виклад основного матеріалу дослідження. При оцінці якості навчання експертам доводиться порівнювати за вказаними показникам достатньо велике число навчальних курсів, що читаються K_j . При цьому виникають труднощі психологічного характеру зі сприйняття експертами цих властивостей на множині об'єктів та виділенні пріоритету об'єктів [1]. З іншого боку, достатньо просто експертами розв'язується задача попарного порівняння, коли курс K_i порівнюється з курсом K_j , потім курс K_i порівнюється з яким-небудь курсом K_k і т. д. Однак, при такому підході виникає питання оцінки та упорядкування сукупності всіх об'єктів.

Найбільш обґрунтовано в теоретичному відношенні це питання вирішується переходом від матриці рангів $R = ||r_{ij}||$ до матриці парних порівнянь $X = ||x_{ij}||$ та послідовним розрахунком власних чисел та власних векторів матриці X . Коефіцієнти власного вектору цієї матриці, які відповідають максимальному власному числу, приймаються коефіцієнтами відносної важливості порівнюваних об'єктів. Чим більша величина k_i коефіцієнта, тим переважніший (важливіший) об'єкт.

Матриця X вираховується так.

Нехай m експертів проводять оцінку всіх пар, порівнюючи за якістю, виставляючи оцінку професійно-орієнтовним курсам, що читаються за співвідношенням

$$r_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } K_i \succ K_j \\ 0,5, \text{ якщо } K_i \infty K_j \\ 0, \text{ якщо } K_i \prec K_j \end{cases} \quad (1)$$

Припустимо, що при оцінці пари $K_i K_j$ m_i експертів надали перевагу $K_i \succ K_j$, m_j експертів, навпаки, віддали перевагу $K_j \succ K_i$, а m_k експертів вважають об'єкти еквівалентними, то оцінка математичного очікування величини r_{ij} буде такою:

$$M(r_{ij}) = x_{ij} = \frac{m_j}{m} \cdot 1 + \frac{m_k}{m} \cdot 0,5 + \frac{m_i}{m} \cdot 0. \quad (2)$$

Врахуємо, що

$$m = m_i + m_k + m_j \quad (3)$$

і виразимо із цього рівняння m_k та потім підставимо у рівняння (2), то отримаємо

$$x_{ij} = \frac{1}{2} + \frac{m_i - m_j}{2m}. \quad (4)$$

Сукупність значень x_{ij} створює матрицю X n -го порядку, на підставі якої визначаються коефіцієнти відносної важливості (коефіцієнти переважності) курсів K і встановлює їх порядок (ранжирування) по кожній з властивостей.

Відмітимо, що у (1) можна прийняти інші невід'ємні числа, наприклад, 3, 2, 1. Якщо виконується множинне ранжирування, то перехід від ранжированих рядів до матриці X виконується аналогічно. Обчислення власних чисел та власних векторів матриці X виконується способом, показаним у лінійній алгебрі. Однак на практиці цю задачу розв'язують послідовним наближенням у такому порядку:

1) для матриці X знаходять рядкові суми елементів і ділять кожен з знайдених сум на суму всіх елементів. Ці відносні рядкові суми називають коефіцієнтами відносної важливості 1-го порядку;

2) розраховують степені X^2 , X^3 , Визначають їх відносні рядкові суми, які є коефіцієнтами 2-го, 3-го і т. д. порядків. Для X^t при $t \rightarrow \infty$ рядкові суми є коефіцієнти розкладання власного вектору.

Незважаючи на теоретичну обґрунтованість методу парних порівнянь, який виходить із теореми Перрона-Фробеніуса, до нього дуже рідко звертаються на практиці. Це обумовлено великими обсягами обчислювальної роботи, особливо для матриць X високого порядку. Застосування послідовних наближень замість прямого методу складання та вирішення характеристичного рівняння для розрахунку власних чисел виявляється не набагато ко-

ротшим. Потребується не менш чотирьох–п’яти наближень, щоб відбулося встановлення рядкових відносних сум [2].

Ураховуючи вищевикладене, замість переходу від матриці рангів до матриці парних порівнянь можна застосувати альтернативний перехід до матриці таксономічних відстаней $S = ||S_{ij}||$. Практичне застосування апарату таксономічного аналізу вказує на адекватність результатів застосування обох методик. Доведемо це.

Нехай за результатами ранжирування семи навчальних курсів з професійно-орієнтовних дисциплін за двома показниками: A – змістовність матеріалу, B – методичний рівень його викладення, – проведена експертна оцінка. Результатом цієї оцінки є таблиця середніх рангів, які присвоєні цим курсам навчальною групою випускників, табл. 1.

Таблиця 1

Оцінка середніх рангів курсів з професійно-орієнтовних дисциплін

Курс \ Показник	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
A	2	3	4	7	6	1	5
B	3	2	5	7	6	2	4

Виконаємо транспонування матриці рангів. Отримаємо:

$$R^t = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 3 & 2 \\ 4 & 5 \\ 7 & 7 \\ 6 & 6 \\ 1 & 1 \\ 5 & 4 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Від матриці R^t розміру 7×2 перейдемо до матриці відстаней S розміром 7×7 . Таксономічні відстані знаходимо для кожної пари (парне порівняння). Будемо мати:

$$S = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 4,5 & 3,5 & 1,5 & 2 \\ 1 & 0 & 2 & 4,5 & 3,5 & 1,5 & 2 \\ 2 & 2 & 0 & 2,5 & 1,5 & 3,5 & 1 \\ 4,5 & 4,5 & 2,5 & 0 & 1 & 6 & 2,5 \\ 3,5 & 3,5 & 1,5 & 1 & 0 & 5 & 1,5 \\ 1,5 & 1,5 & 3,5 & 6 & 5 & 0 & 3,5 \\ 2 & 2 & 1 & 2,5 & 1,5 & 3,5 & 0 \end{pmatrix} \quad (6)$$

Виходячи з матриці S , на множині вершин K будуюмо дерево мінімальної довжини (граф мінімальної суми відстаней між об'єктами, накриваючий ці об'єкти). Оскільки серед елементів матриці є однакові, то задача неоднозначна. Таких дерев чотири, рис. 1. Поеднуючи еквівалентні вершини, отримуємо упорядковані множини Парето, які співпадають з тими, що показані у роботі [4]. Зазначимо, що ці множини, рис. 2, а, можна зобразити на осі абсцис, рис. 2, б, відкладаючи таксономічні відстані K_j до еталону розвитку.

Отримана якісна картина дає інформацію про рівень викладання і є підставою до більш глибокого аналізу стану справ там, де курси з професійно-орієнтовних дисциплін, що викладаються, займають останні місця.

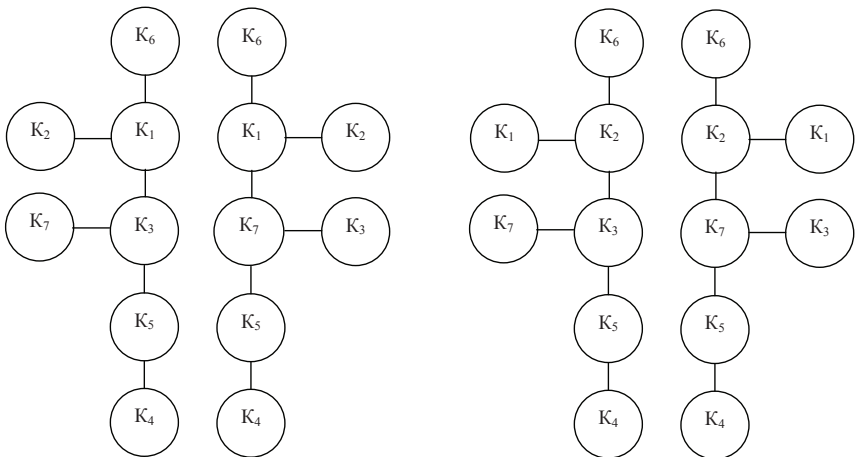


Рис. 1. Граф мінімальної суми відстаней між об'єктами

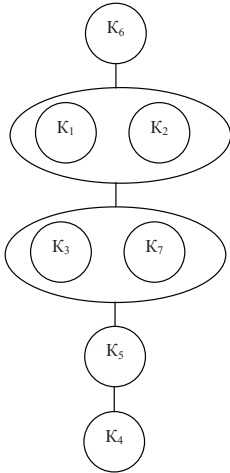


Рис. 2, а

$$K_6 \succ K_1 \infty K_2 \succ K_3 \infty K_7 \succ K_5 \succ K_4$$

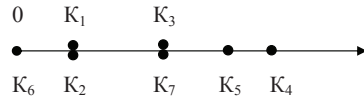


Рис. 2, б

Якщо показники якості, які розглядаються, однозначно поділені на класи еквівалентності, то немає необхідності в розрахунку матриці (6) та побудові дендрита. Питання упорядкування об’єктів та розрахунок їх вагових коефіцієнтів найпростішим способом вирішується розрахунком таксономічних відстаней до “еталонного розвитку” та побудовою кругової діаграми. При цьому простота методики зберігається при будь-якому кінцевому числі показників якості.

Доповнимо табл. 1 ще двома ознаками: В – використання в курсі комп’ютерних технологій, Г – ступінь застосування матеріалу курсу K_j у практичному вирішенні завдань. Доповнимо також матрицю (5) двома стовпчиками рангів. Отримана картина істотно відрізняється від попередньої, табл. 2.

Таблиця 2

Оцінка середніх рангів курсів з професійно-орієнтовних дисциплін

Курс \ Показник	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7
А	2	3	4	7	6	1	5
Б	3	2	5	7	6	2	4
В	1	4	2	6	5	3	7
Г	1	2	3	4	6	5	7

Матриця R з приписаним рядком “еталону розвитку” буде такою:

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 & 4 & 5 & 1 & 4 \\ 2 & 3 & 4 & 7 & 6 & 1 & 5 \\ 3 & 2 & 5 & 7 & 6 & 1 & 4 \\ 1 & 4 & 2 & 6 & 5 & 3 & 7 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 6 & 5 & 7 \end{pmatrix} \quad (7)$$

Знаходимо відстані:

$$S_{OA} = \frac{9}{7}, \quad S_{OB} = \frac{9}{7}, \quad S_{OC} = \frac{9}{7}, \quad S_{OD} = \frac{9}{7}.$$

Отже, всі показники, що розглядаються, рівнозначні.

Транспонуємо R , приписуючи “еталон розвитку”, який відповідає матриці R^T . Будемо мати:

$$R^T = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 3 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 4 & 2 \\ 4 & 5 & 2 & 3 \\ 7 & 7 & 6 & 4 \\ 6 & 6 & 5 & 6 \\ 1 & 1 & 3 & 5 \\ 5 & 4 & 7 & 7 \end{pmatrix} \quad (8)$$

Розраховуємо таксономічні відстані від об’єктів K_i до еталона, отримуємо:

$$S_{01} = 0,75, S_{02} = 1,75, S_{03} = 2,5, S_{04} = 5,0, S_{05} = 4,75, S_{06} = 1,5, S_{07} = 4,75.$$

Із співвідношення

$$S_{01} < S_{06} < S_{02} < S_{03} < S_{05} = S_{07} < S_{04} \quad (9)$$

випливає упорядкованість (ранжирування курсів)

$$K_1 \succ K_6 \succ K_2 \succ K_3 \succ K_5 \simeq K_7 \succ K_4. \quad (10)$$

Показником якості навчання з даного курсу можна взяти величину

$$W_i = 1 - \frac{S_{oi}}{\max\{S_{oi}\}}, \quad (11)$$

тоді будемо мати такі значення:

$$W_1 = 0,85, W_2 = 0,65, W_3 = 0,5, W_4 = 0, W_5 = 0,05, W_6 = 0,7, W_7 = 0,05.$$

Графік на рис. 3 дає наочне уявлення про навчальні курси з професійно-орієнтовних дисциплін, що читаються, та про їх якість. Рівень якості, що дорівнює 1, відповідає “еталону розвитку”.



Рис. 3. Якість навчання на курсах із професійно-орієнтовних дисциплін

Узгодженість експертизи виконується за допомогою коефіцієнта кордації. Оцінка цього коефіцієнта виконується зазвичай за критерієм Пірсона.

Висновок. У статті розглянута існуюча методика оцінки якості навчання, відмічена трудомісткість її практичної реалізації. Запропонована методика парних порівнянь об’єктів розрахунком таксономічних відстаней між об’єктами в n -мірному просторі їх якісних ознак. Методика, що пропонується, значно простіша існуючого способу розрахунку координат власного вектора перетворюваної матриці рангів, хоча й приводить до того ж результату.

Перспективи подальших досліджень. Результати дослідження частково були застосовані для оцінки навчальних курсів з поглибленою перевірки документів у рамках підготовки спеціалістів за другою лінією контролю та курсів мультиплікації. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на впровадження методики парних порівнянь об’єктів розрахунком таксономічних відстаней між об’єктами при оцінці якості викладання навчальних дисциплін на кафедрі прикордонного контролю та тренінгів у підрозділах кордону.

Список використаної літератури

1. Добров Г. М. Експертні оцінки в науково-теоретичному прогнозуванні / Г. М. Добров, Ю. В. Єршов. – К. : Наукова думка, 1974.
2. Плюта В. П. Порівняльний багатомірний аналіз в економічних дослідженнях. Методи таксономії і факторного аналізу / В. П. Плюта. – М. : Статистика, 1980.
3. Про систему мультиплікації в Державній прикордонній службі України [Електронний ресурс] : наказ Адміністрації Державної прикордонної служби України від 4 вересня 2010 року № 684 // Комп'ютерна інформаційно-правова система "Ліга". – Адреса в мережі "Інтернет" : www.liga.net
4. Найханова Л. В. Методы и алгоритмы принятия решений в управлении учебным процессом в условиях неопределенности : монографія / Л. В. Найханова, С. В. Дамбаева. – Улан-Удэ : Изд-во ВСГТУ, 2004. – 164 с.

Рецензент – кандидат педагогічних наук Сичевський Ю. О.

Стаття надійшла до редакції 11.03.2013.

Сойко А. В. Оценка качества учебных курсов по профессионально-ориентированным дисциплинам парным сравнением объектов

В статье рассматриваются основные показатели качества учебного курса и методика их оценки экспертами, проанализированы действующие методики вычисления результатов и предложен метод парных сравнений объектов. Данная методика значительно проще существующего способа расчёта координат собственного вектора преобразованной матрицы рангов, хотя и приводит к тому же результату. Полученная качественная картина даёт информацию для анализа деятельности преподавателей курса.

Ключевые слова: *показатели курса, экспертная оценка, метод парных сравнений.*

Soiko O. V. Assessment of the quality of professionally oriented training courses by means of paired comparison of objects

In the article the basic quality indices of the course and the methods of their assessment by experts have been examined; the existing methods of processing of the results and the method of paired comparisons of objects have been analyzed. This technique is much simpler than existing method of calculating of the coordinates of own vector of transforming rank matrix, although it leads to the same result. The quality results obtained give information necessary for the analysis of the course trainer's activities.

Keywords: *course indicators, expert assessment, method of paired comparisons.*