

УДК 004.021:519.816

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ РЕЙТИНГА ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИЕРАРХИИ

А. М. Андрусенко, С. Э. Притчин, Н. В. Рылова, В. А. Самоляк

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: pritchinse@ukr.net

Разработана информационная технология, связанная с построением рейтинга преподавателей по результатам их научно-педагогической деятельности на основе информационной технологии, базирующейся на использовании метода анализа иерархий. Разработан алгоритм метода анализа иерархий, который состоит из шести этапов. Предложен метод расчета компетентности экспертов при оценке важности направлений научно-педагогической деятельности преподавателей. Выполненные оценки и учет компетентности экспертов позволяют в определенной степени нивелировать влияние на результаты экспертной оценки относительно низкого уровня компетентности отдельных экспертов. Полученные результаты реализованы в составе предложенной автоматизированной системы оценки деятельности преподавателей в составе кафедры.

Ключевые слова: рейтинг, анализ иерархий, экспертные оценки, оценки деятельности преподавателей.

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПОБУДОВИ РЕЙТИНГУ ВИКЛАДАЧІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЇ

О. М. Андрусенко, С. Е. Притчин, Н. В. Рылова, В. А. Самоляк

Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: pritchinse@ukr.net

Розроблена інформаційна технологія, пов'язана з побудовою рейтингу викладачів за результатами їх науково-педагогічної діяльності на основі інформаційної технології базується на використанні методу аналізу ієрархій. Розроблено алгоритм методу аналізу ієрархій, який складається з шести етапів. Запропоновано метод розрахунку компетентності експертів при оцінці важливості напрямів науково-педагогічної діяльності викладачів. Виконані оцінки та облік компетентності експертів дозволяють певною мірою нівелювати вплив на результати експертної оцінки щодо низького рівня компетентності окремих експертів. Отримані результати реалізовані у складі запропонованої автоматизованої системи оцінки діяльності викладачів у складі кафедри..

Ключові слова: рейтинг, аналіз ієрархій, експертні оцінки, оцінка діяльності викладачів.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Высшее учебное заведение является одной из научно-образовательных организаций, которые предоставляют услуги по подготовке специалистов различных специальностей. Для поддержания конкурентоспособности вузов нужно повышать уровень качества подготовки специалистов, а также развивать различные направления научной работы. Эта задача всегда стоит перед руководителями вузов.

Необходимость создания и внедрения системы оценки научной и педагогической деятельности преподавателей вузов очевидна, поскольку такая информация позволит определить слабые места в организации и проведении научных исследований в вузах, в организации учебного процесса, а также позволит стимулировать работу преподавателей вузов с помощью моральных и материальных бонусов.

При расчете рейтинга встает задача оценки важности направлений деятельности преподавателей, используемых при расчете их общего рейтинга. В работе [1] показана методика расчета оценки научно-педагогической деятельности преподавателей, но такая возможность доступна только при редактировании нормативного количества баллов за отдельные характеристики, поэтому повысить важность одного из направлений без изменения нормативного количества баллов всех характеристик невозможно. Чтобы избежать этого неудобства и обеспечить возможность гибкого учета важности различных направлений деятельности преподавателей при расчете общей оценки их деятельности, можно интегри-

ровать в методику оценки предложенной в работе [1] метод анализа иерархий (МАИ) рассмотренный в работе [2].

Целью работы является разработка математического аппарата определения рейтинга преподавателей по результатам их деятельности, что позволит учитывать важность различных направлений деятельности.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Рассмотрим известный метод анализа иерархий, заключающийся в последовательной декомпозиции проблемы на более простые составные части, определяя критерии и альтернативы. Альтернативы сравнивают попарно между собой относительно выбранных критериев, а результаты заносят в матрицы сравнений. В дальнейшем осуществляют необходимые вычисления, результатом которых является уровень (интенсивность) взаимодействия элементов в иерархии. Суждения лица, принимающего решение (ЛПР), естественно учитывают при проведении парных сравнений и составлении матриц. Метод анализа иерархий позволяет выбрать альтернативное решение, направленное на достижение цели, которая соответствует структуре предпочтений ЛПР наибольшей степени.

Интуиция и субъективные оценки является основным исходным материалом, на основании которого индивидум получает четкое представление о проблеме. Поэтому суждения о превосходстве одного элемента над другим и интенсивность этих суждений можно использовать для отображения внут-

ренних чувств и склонностей. Такой подход к решению проблемы выбора исходит из естественной способности людей думать логически и творчески, определять события и устанавливать взаимосвязи между ними. Известно, что человеку присущи две характерные признаки аналитического мышления: первая - умение наблюдать и анализировать наблюдения, вторая - способность устанавливать взаимосвязи между наблюдениями, оценивать их интенсивность, а затем синтезировать эти отношения в общее восприятие наблюдаемого объекта.

При использовании МАИ количественные и качественные оценки рассматриваются в совокупности. Проблема наличия субъективных суждений решается благодаря использованию попарных сравнений факторов и определению их весов, на основе специальной шкалы. В совокупности это дает возможность принимать более обоснованные решения [3]. Алгоритм метода анализа иерархий состоит из шести этапов, приведенных ниже:

Этап 1. Очерчивается проблема и определяется, что необходимо решить, т.е. определяют, чего мы стремимся достичь (цель), как мы будем измерять мере приближения к цели (критерии), и альтернативные решения мы сравнить.

Этап 2. Проблему принятия решения структурируют и строят иерархию, начиная с вершины (цели), через промежуточные уровни (критерии, от которых зависят последующие уровни) к самому низкому уровню, который обычно является перечнем альтернатив.

Этап 3. Строят матрицы попарных сравнений. Их элементами являются числа, выражающие важность (или относительное влияние) каждой составляющей проблемы относительно элемента примыкает к верхнего уровня.

Этап 4. Формирование наборов векторов локальных приоритетов, отражающих относительное влияние множества элементов на элемент уровня, примыкающий сверху. Вектор приоритетов, что может отражать относительную силу (размер, ценность, желательность или вероятность) влияния каждого отдельного элемента, находят путем вычисления матриц сравнений, каждая из которых обратносимметричной. Для этого нужно вычислить максимальное собственное значение матрицы и собственный вектор, соответствующий этому значению, выполнить его нормирование, получая, тем самым, вектор локальных приоритетов.

Этап 5. Иерархический синтез для взвешивания локальных приоритетов весами критериев. Чтобы выявить глобальные приоритеты альтернатив необходимо составить еще одну матрицу G, элементами которой являются векторы локальных приоритетов каждой из альтернатив, расположенные в соответствии с последовательностью критериев. К каждому столбца векторов этой матрицы сверху дописывается приоритет соответствующего критерия.

Приоритеты синтезируют, начиная с уровня альтернатив. Локальные приоритеты умножают на приоритеты соответствующих критериев на высшем уровне и составляют, то есть находят сумму произ-

ведений соответствующих строк. Таким образом, можно утверждать, что элементами вектора глобальных приоритетов является скалярные произведения первой строки матрицы G с каждым из низших строк.

Эту процедуру повторяют до тех пор, пока не будет достигнут уровень цели. В конце получают глобальный вектор приоритетов альтернатив относительно цели.

Этап 6. Выбирается альтернатива, получившая самый глобальный приоритет.

Оценка научно-педагогической деятельности преподавателей (НПДП) основывается на количественном учете результатов их работы по основным направлениям деятельности с учетом штрафных санкций за нарушение трудовой дисциплины и внутреннего распорядка.

Количественная оценка научно-педагогической деятельности (НПД) по большинству направлений имеет накопительный характер, т.е. учитывает результаты работы преподавателя за весь его научно-педагогический стаж работы в данном вузе.

Оценка деятельности преподавателей ведется по следующим направлениям [4]:

- характеристика деятельности преподавателей (ОХ);
- административные должности преподавателей (АП);
- педагогическая деятельность преподавателей (ПД);
- научная и методическая работа преподавателей (НМР);
- организационная работа преподавателей (ОР);
- штрафные санкции, примененные к преподавателям (ШС).

Исходя из этого, построим иерархическую структуру проблемы. Фокусом иерархии, в случае получения максимальной отдачи от преподавателей, является общая оценка их деятельности. Локальными критериями являются направления НПД преподавателей (З, АП, ПД, НМП, ОР, ШС). В качестве альтернатив принимаемых решений является множество преподавателей. Иерархия задачи приведена на рисунке 1.

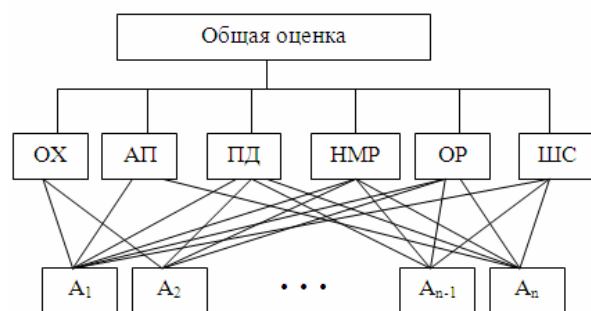


Рисунок 1 – Иерархия задачи

Для решения данной задачи необходимо построить матрицы парных сравнений альтернатив H_A^k

размерностью $n \times n$ $k = \overline{1,6}$ а также оценить важность направлений деятельности вектором приоритетов $W = \{w^1, w^2 \dots w^6\}$.

Для нахождения значений элементов матрицы сравнения альтернатив H_A^k , $k = \overline{1,6}$ допустим, что суждение – значение отношения точных измерений [2], т.е. для получения значений элементов матрицы парных сравнений альтернатив используем формулу:

$$h_A^k(i, j) = b_i^k / b_j^k, \quad i, j = \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, 6}, \quad (1)$$

где b_i^k – балльная оценка деятельности i -го преподавателя по k -му направлению, b_j^k – балльная оценка деятельности j -го преподавателя по k -му направлению. Балльные оценки определяются на основе методики [4].

Определив все матрицы сравнений альтернатив H_A^k , $k = \overline{1,6}$, находим векторы локальных приоритетов альтернатив относительно направлений деятельности как собственные векторы матриц сравнений, соответствующие максимальным собственным значениям рассматриваемых матриц.

Существует большое количество различных алгоритмов для поиска собственных значений и собственных векторов квадратной матрицы [5]. Соответствующие функции имеются во многих математических пакетах, например MathCAD, Matlab, Mathematica [6].

Если нет нужных программ, можно выполнить приближенные вычисления.

Одним из наилучших приближений к максимальному собственному значению является использование среднего геометрического. Его можно найти, умножая элементы в каждой строке и находя корни n -й степени, где n – количество элементов. Полученный таким образом столбец чисел нормируется путем деления каждой компоненты вектора на их сумму, т.е. компоненты вектора локальных приоритетов альтернатив можно вычислить по следующей формуле:

$$v_i^k = \frac{\sqrt[n]{\prod_{j=1}^n h_A^k(i, j)}}{\sum_{l=1}^n \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n h_A^k(l, j)}}, \quad i = \overline{1, n}; \quad k = \overline{1, 6}. \quad (2)$$

Для оценки локальных приоритетов направлений деятельности воспользуемся методом экспертных оценок.

Одной из проблем использования экспертных оценок является задача определения компетентности экспертов, с которой непосредственно связана задача определения определенного параметра в условиях неопределенности. Пускай w^k – неизвестное значение приоритета k -го направления деятель-

ности. Каждый эксперт E_j , $j = \overline{1, m}$ утверждает, что это значение равно w_j^k . Необходимо найти наиболее достоверную оценку значения w^k , если компетентности экспертов неизвестны.

Для каждого эксперта рассчитаем значения по следующему выражению:

$$\delta_j^k = \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^m |w_j^k - w_i^k|, \quad j = \overline{1, m}, \quad k = \overline{1, 6}. \quad (3)$$

Очевидно, что компетентность эксперта по k -му направлению можно определить из следующей системы уравнений:

$$\gamma_j^k = \frac{c^k}{\delta_j^k}, \quad \sum_{i=1}^m \gamma_i^k = 1, \quad j = \overline{1, m}, \quad k = \overline{1, 6}, \quad (4)$$

где c^k – некоторый параметр. Найдя значение c^k из (4) получаем

$$c^k = \frac{\prod_{i=1}^m \delta_i^k}{\sum_{j=1}^m \prod_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^m \delta_i^k}, \quad k = \overline{1, 6}. \quad (5)$$

Окончательное значение компетентности рассчитываем, используя выражение

$$\gamma_j^k = \frac{\prod_{l=1}^m \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^m |w_j^k - w_i^k|}{\sum_{i=1}^m |w_j^k - w_i^k| * \sum_{l=1}^m \prod_{\substack{i=1 \\ i \neq l}}^m |w_l^k - w_i^k|}, \quad k = \overline{1, 6}; \quad j = 1, m. \quad (6)$$

Вычисления по формулам (3)–(7) обеспечивают формирование вектора оценок локальных приоритетов направлений деятельности $W = \{w^1, w^2 \dots w^6\}$.

Если обозначить вектор локальных приоритетов альтернатив относительно k -го направления деятельности через $v_A^k = \{v_{A1}^k, v_{A2}^k, \dots, v_{An}^k\}$, $k = \overline{1, 6}$ то, учитывая (7), вектор глобальных приоритетов альтернатив можно выразить как $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$, где

$$g_i = \frac{\sum_{k=1}^6 v_i^k * w_k}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^6 v_j^k * w_k}, \quad i = \overline{1, n} \quad (8)$$

Примеры использования предложенной информационной технологии приведены в табл. 1–3.

Таблиця 1 – Бальні оцінки преподавателей по напрямленню діяльності

Код преподавателя	Направление деятельности					
	ОХ	АП	ПД	НМР	ОР	ШС
А	250	130	738	487	76	1
В	82	30	273	457	20	1
С	97	60	192	147	12	1
Д	70	1	244	84	1	1
Е	110	1	104	75	1	1
F	25	1	109	202	1	1

Таблиця 2 – Экспертные оцінки важности направления

Код эксперта	ОХ	АП	ПД	НМР	ОР	ШС
Е1	3	5	5	5	4	3
Е2	2	4	5	4	3	1
Е3	3	4	4	5	5	2

Таблиця 3 – Вектор оцінки локальных приоритетов преподавателей относительно направления деятельности

ОХ	АП	ПД	НМР	ОР	ШС
2,8	4,2	4,8	4,8	4	2

Таблиця 4 – Определение оценок векторов локальных приоритетов преподавателей относительно направлений деятельности

ОХ	Вект. лок. Крит.							АП	Вект. лок. Крит.						
	А	В	С	Д	Е	F	Крит.		А	В	С	Д	Е	Ф	Крит.
А	1,00	3,05	2,58	3,57	2,27	10,00	0,39	А	1,00	4,33	2,17	130,00	130,00	130,00	0,58
В	0,33	1,00	0,85	1,17	0,75	3,28	0,13	В	0,23	1,00	0,50	30,00	30,00	30,00	0,13
С	0,39	1,18	1,00	1,39	0,88	3,88	0,15	С	0,46	2,00	1,00	60,00	60,00	60,00	0,27
Д	0,28	0,85	0,72	1,00	0,64	2,80	0,11	Д	0,01	0,03	0,02	1,00	1,00	1,00	0,00
Е	0,44	1,34	1,13	1,57	1,00	4,40	0,17	Е	0,01	0,03	0,02	1,00	1,00	1,00	0,00
Ф	0,10	0,30	0,26	0,36	0,23	1,00	0,04	Ф	0,01	0,03	0,02	1,00	1,00	1,00	0,00

ПД	Вект. лок. Крит.							НМР	Вект. лок. Крит.						
	А	В	С	Д	Е	Ф	Крит.		А	В	С	Д	Е	Ф	Крит.
А	1,00	2,70	3,84	3,02	7,10	6,77	0,44	А	1,00	1,07	3,31	5,80	6,49	2,41	0,34
В	0,37	1,00	1,42	1,12	2,63	2,50	0,16	В	0,94	1,00	3,11	5,44	6,09	2,26	0,31
С	0,26	0,70	1,00	0,79	1,85	1,76	0,12	С	0,30	0,32	1,00	1,75	1,96	0,73	0,10
Д	0,33	0,89	1,27	1,00	2,35	2,24	0,15	Д	0,17	0,18	0,57	1,00	1,12	0,42	0,06
Е	0,14	0,38	0,54	0,43	1,00	0,95	0,06	Е	0,15	0,16	0,51	0,89	1,00	0,37	0,05
Ф	0,15	0,40	0,57	0,45	1,05	1,00	0,07	Ф	0,41	0,44	1,37	2,40	2,69	1,00	0,14

ОР	Вект. лок. Крит.							ШС	Вект. лок. Крит.						
	А	В	С	Д	Е	Ф	Крит.		А	В	С	Д	Е	Ф	Крит.
А	1,00	3,80	6,33	76,00	76,00	76,00	0,68	А	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,17
В	0,26	1,00	1,67	20,00	20,00	20,00	0,18	В	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,17
С	0,16	0,60	1,00	12,00	12,00	12,00	0,11	С	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,17
Д	0,01	0,05	0,08	1,00	1,00	1,00	0,01	Д	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,17
Е	0,01	0,05	0,08	1,00	1,00	1,00	0,01	Е	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,17
Ф	0,01	0,05	0,08	1,00	1,00	1,00	0,01	Ф	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,17

Таблиця 5 – Определение глобальных приоритетов и рейтинговых оценок преподавателей

Направления деятельности	ОХ	АП	ПД	НМР	ОР	СС	Глобальный приоритет	Рейтинговая оценка
Код викладача								
А	0,39	0,58	0,44	0,34	0,68	0,17	0,4586	1
В	0,13	0,13	0,16	0,31	0,18	0,17	0,1876	2
С	0,15	0,27	0,12	0,1	0,11	0,17	0,1505	3
Д	0,11	0	0,15	0,06	0,01	0,17	0,0753	4
Е	0,17	0	0,06	0,05	0,01	0,17	0,0614	6
Ф	0,04	0	0,07	0,14	0,01	0,17	0,0666	5

ВЫВОДЫ. 1. Предложенная информационная технология определения оценок научно-педагогической деятельности преподавателей существенно формализует процедуру вычислений и за счет этого обеспечивает необходимую объективность оценок.

2. Оценка и учет компетентности экспертов при определении относительной важности направлений деятельности преподавателей позволяет в определенной степени нивелировать влияние на результаты экспертной оценки относительно низкого уровня компетентности отдельных экспертов.

3. Дальнейшие исследования рассматриваемой проблемы целесообразно посвятить изучению чувствительности глобальных приоритетов колебаний значений элементов вектора локальных приоритетов направлений деятельности преподавателей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Calculation of elastic constants of 4d transition metals./ L. Louail, D. Maouche, A. Roumili, F. Shraoui // *Materials Letters*. – 2004. – Vol. 58. – PP. 2975–2978.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – К.- М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
3. Використання пакетів прикладних програм при навчанні методу аналізу ієрархій. / І.М. Нацюк, Є.В. Кузьмін // *Складні системи і процеси*. – 2005. – № 2. – С. 83–95.
4. Петренко В.Р. Методика кількісної оцінки науково-педагогічної діяльності викладачів. – К: КУЕІТУ, 2007. – 25 с.
5. Гончаров І.В. Ризик та прийняття управлінських рішень. – К.-Харків: НТУ „ХПІ”, 2003. – 150 с.
6. Кирьянов Д.В. Самоучитель MathCAD 2001. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 544 с.

**THE INFORMATION TECHNOLOGY FOR TEACHING STAFF RATING DEFINITION
BASED ON HIERARCHY ANALYSIS**

A. Andrusenko, S. Pritchyn, N. Rylova, V. Samolyak

KremenchukMykhailo Ostrohradskyy National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: pritchinse@ukr.net

In the paper, the authors have considered the developed information technology for definition of the teaching staff ranking based on the results of their research and teaching activities and on the basis of information technology grounded on the analytic hierarchy process. It was developed an algorithm for the analytic hierarchy process, which comprises six stages, and proposed a competence calculating method of the experts when their significance assessment of the areas of scientific and pedagogical activity. The performed evaluation and accounting of the experts competence allows, to some extent, for a counter-balance of the impact of relatively low level of competence of individual experts on the overall evaluation results. The research results obtained were implemented in the ranking automated system of teachers' activities that was suggested to be used at the department where the authors are work at.

Key words: ranking, hierarchy analysis, expert evaluation, ranking of teachers' activity.

REFERENCES

1. Louail, L. Maouche, D. Roumili, A. Shraoui, F. (2004), "Calculation of elastic constants of 4d transition metals", *Materials Letters*, vol. 58, pp. 2975–2978.
2. Saati, T. (1993), *Priniatie reshenii. Metod analiza ierarhii* [Decision making. Hierarchy analysis method], Radio i sviaz, Moscow, Russia.
3. Natciug, I.M., Kuz'minov, E.V. (2005), "Use of application programme package when studying the hierarchy analysis method", *Skladni systemy i protsesy*, no. 2, pp. 83–95.
4. Petrenko, V.R. (2007), *Metodyka kilkisnoi otsinky naukovo-pedagogichnoi diyalnosti vykladachiv* [The technique of quantitative analysis of educating and research activities of teaching staff], KUEITU, Kyiv, Ukraine.
5. Goncharov, I.V. (2003), *Ryzik ta pryiniattia upravlinskykh rishen* [Risks and management decision making], NTU „KhPI”, Kharkiv, Ukraine.
6. Kiryanov, D.V. (2002), *Samouchitel` MathCAD 2001*, [Self-teaching guide on MathCAD 2001], BKHV-Peterburg, St-Petersburg, Russia.

Стаття надійшла 22.08.2013.