

**РАЗВИТИЕ HRM-МЕТОДИКИ НА БАЗЕ
РЕЙТИНГОВЫХ ОЦЕНОК***БНТУ, БГАТУ, г. Минск*

«Целое больше простой суммы своих частей», – говорил еще Аристотель. На современном языке это звучит несколько сложнее: сверхаддитивный эффект, или синергия – суммирующий эффект (от греч. *συνεργία Synergos* – (syn) вместе; (ergos) действующий, действие) – когда взаимодействие двух или более факторов существенно превосходит эффект воздействия каждого отдельного компонента в виде их простой суммы. Например, прибыль после слияния двух компаний может превосходить сумму прибылей этих компаний до объединения. Или комбинированное действие в одном направлении нескольких лекарственных веществ может обеспечить более высокий общий оздоравливающий эффект, чем действие каждого из лекарственных препаратов в отдельности. А звучание оркестра!.. Так же и знания и усилия нескольких человек (команды, студенческой группы) могут быть организованы таким образом, чтобы добиться больших результатов, чем при работе отдельных членов коллектива поодиночке. И задача преподавателя – создать сбалансированную команду – группу сотрудничающих друг с другом для достижения намеченных общих целей единомышленников, в которой каждый занимается тем, что умеет делать лучше всего (или генерировать идеи, или практически реализовывать их, или обобщать результаты и формулировать выводы), а недостатки навыков отдельных членов команды будут компенсироваться коллегиальными усилиями.

В данной работе предложена методика определения рейтинговых оценок деятельности студентов учебной группы для достижения наибольшего синергизма коллективной системы,

использующая матричное критериально-ориентированное тестирование [1] на базе матриц состояния теории игр.

Рассмотрим коллективную систему как динамическую с отсутствием нелинейных механизмов взаимодействия между элементами системы. В этом случае для системы из N элементов динамика поведения системы во времени будет описываться системой дифференциальных уравнений

$$\dot{X} = AX + B,$$

где: $X \equiv X(t)$, $X = (x_1, \dots, x_N)^T$, $x_i(t)$ – динамика поведения во времени i -го элемента системы; B – административное и иное внешнее воздействие на систему; A – матрица парных взаимодействий элементов системы.

В нашей задаче интерес представляет стационарное поведение системы, т.е. $B = const$ и $A = const$. В аспекте рассматриваемой нами задачи выявления рейтинга коллективной системы с позиций её внутреннего синергизма $B=0$, так как необходимо рассматривать автономную систему. Смысл матрицы парных взаимодействий a_{ij} заключается в оценке полезности для j -го члена коллектива его делового общения с i -м членом коллектива, выраженного, например, в виде баллов от 0 до 10. Так, значение $a_{12}=6$ означает, что второй член коллектива оценивает полезность своего делового общения с первым членом коллектива на 6 баллов. Очевидно, что матрица a_{ij} несимметрична. С позиций внутреннего синергизма $a_{ii}=0$, т.к. это значение не является парным взаимодействием.

Таким образом, нашей задачей является оценка динамики автономной системы дифференциальных уравнений $\dot{X}(t) = AX(t)$ с постоянной матрицей коэффициентов a_{ij} . Для решения поставленной задачи перейдем из временной области в область изображения, т.е. частотную область, через преобразование Лапласа [2]:

$$X(p) = \int_0^{\infty} x(t)e^{-pt} dt = L(x(t))$$

В соответствии со свойством преобразования Лапласа $L\left(\frac{dX}{dt}\right) = pX(p)$ исходная автономная система дифференциальных уравнений в частной области сводится к системе линейных алгебраических уравнений: $pX=AX$. Очевидно, что её нетривиальное решение X будет тогда, когда определитель

$$|A-p| = 0, \quad \begin{vmatrix} a_{11} - p & a_{12} & \dots & a_{1N} \\ a_{21} & a_{22} - p & \dots & a_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{N1} & a_{N2} & \dots & a_{NN} - p \end{vmatrix} = 0$$

Это равенство определяет условие нахождения собственных значений p матрицы A . Для матрицы A размера $N \times N$ количество собственных значений будет равно N , так как эта задача равносильна вычислению корней полинома N -й степени. Действительно, если раскрыть определитель матрицы A по правилам его вычисления, то получится полином N -ой степени относительно p . Среди собственных значений могут быть действительные и комплексные корни. Комплексные корни не имеют никакой осмысленной интерпретации. Действительные же корни в соответствии со смыслом переменной p в преобразовании Лапласа представляют частоты, на которых происходит возбуждение системы. Если коллективную систему отождествить с кибернетической системой, то система будет возбуждаться всегда на самой большой положительной частоте. С позиций коллективной системы это означает, что система стремится к своему самому динамичному состоянию для обеспечения наибольшего внутреннего синергизма. Наибольшее положительное значение собственного значения называется главным собственным значением. Если по величине главного собственного значения сравнивать несколько коллективных систем, то рейтинг внутреннего синергизма будет соответствовать ранжированию главных собственных значений в порядке убывания. Зная главное собственное значение λ матрицы A , можно определить и вклад каждого элемента x_i

системы в формирование возбужденного состояния системы на частоте λ : $A\dot{X} = \lambda\dot{X}$.

Решение этой системы уравнений относительно A называется собственным вектором системы, который очевидно будет не равен нулю, так как уже $|A - \lambda| = 0$. В получившемся собственном векторе \dot{X} могут быть положительные и отрицательные значения, что с позиций их вклада во внутренний синергизм не важно. В связи с этим необходимо сделать пересчет

$\dot{X} = \left| \dot{X} \right|$ в соответствии с правилами векторизации, например, пакета Mathcad.

Мера внутреннего синергизма в виде λ и \dot{X} полностью характеризует систему как динамическую линейную систему. Вклад каждого элемента системы x_i на внутренний синергизм определяется ранжированием вектора \dot{X} в порядке убывания значений. Самый большой вклад во внутренний синергизм обеспечивает получившееся значение \dot{X}_1 .

Описанная задача в полном объеме может быть решена средствами математического пакета Mathcad [3].

Предположим, есть матрица A , в которой каждый столбец j определяет оценку деловых отношений a_{ij} с i -тым членом коллектива. Вычисляем собственные значения матрицы A , используя соответствующую функцию пакета:

$$A := \begin{pmatrix} 0 & 1 & 5 & 8 \\ 3 & 0 & 9 & 4 \\ 9 & 1 & 0 & 7 \\ 2 & 6 & 3 & 0 \end{pmatrix} \quad p := \text{eigenvals}(A) \quad p = \begin{pmatrix} 14.177 \\ -7.638 \\ -3.269 + 4.727i \\ -3.269 - 4.727i \end{pmatrix}$$

среди которых выбираем главное собственное значение $\lambda=14.177$; для него вычисляем собственный вектор $X1$, используя соответствующие возможности Mathcad:

$$\lambda := p_1$$

$$X1 := \text{eigenvec}(A, \lambda)$$

$$\underline{X1} := \overline{|X1|}$$

$$X1 = \begin{pmatrix} 0.466 \\ 0.561 \\ 0.542 \\ 0.418 \end{pmatrix}$$

Как следует из полученных значений вектора $X1$, наибольший вклад во внутренний синергизм вносит второй член (0,561), а наименьший – четвертый член коллектива (0,418).

Рассмотрим вторую коллективную систему:

$$A := \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 5 & 6 \\ 5 & 0 & 7 & 4 & 8 \\ 6 & 8 & 0 & 3 & 9 \\ 7 & 10 & 1 & 0 & 1 \\ 3 & 4 & 5 & 6 & 0 \end{pmatrix} \quad p := \text{eigenvals}(A) \quad p = \begin{pmatrix} 19.972 \\ -0.675 \\ -5.67 + 3.387i \\ -5.67 - 3.387i \\ -7.956 \end{pmatrix}$$

Как видим, главное собственное значение $\lambda_2=19.972$, из чего следует, что внутренний синергизм второй системы выше, чем первой.

Аналогично вышеприведенным расчетам, вычисляем собственный вектор второй коллективной системы:

$$X1 = \begin{pmatrix} 0.308 \\ 0.516 \\ 0.547 \\ 0.414 \\ 0.411 \end{pmatrix}$$

Сравнительный анализ рейтинга систем должен учитывать их главное собственное значение как меру самоорганизации системы. Можно предположить, что мера самоорганизации системы пропорциональна главному собственному значению, т.е. частоте генерации системы. Для сравнительного анализа рейтинговых показателей двух рассматриваемых систем пересчитаем рейтинг XI_2 по формуле $XI_2 = XI_2 \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$,

где λ_i – главное собственное значение i -ой системы.

$$XI_2 = \begin{pmatrix} 0.433 \\ 0.727 \\ 0.77 \\ 0.583 \\ 0.579 \end{pmatrix}$$

Сравнивая векторы XI_1 и XI_2 , определяем единый вклад каждого члена коллектива в собственный внутренний синергизм. Как видно из полученных результатов, наибольший в этом отношении рейтинг – у третьего элемента второй системы (равен 0,77), а наименьший рейтинг – у четвертого элемента первой системы.

Предложенная методика использования матричных критериальных оценок для определения рейтинга внутреннего синергизма коллективной системы может представлять интерес при формировании учебных подгрупп студентов при проведении практических и лабораторных работ и может оказаться наравне с другими методами оценки рейтинговых показателей полезной при выявлении формальных и неформальных лидеров и аутсайдеров в коллективной системе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова, И.А. Матричные критериально-ориентированные игры как средство повышения качества знаний старшеклассников / И.А. Кузнецова, М.Ю. Хлебникова //

Образовательные инновационные технологии: теория и практика. – Воронеж, 2011. – С. 43-58.

2. Корн, Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров: определения, теоремы, формулы / Г. Корн, Т. Корн; пер. с англ. И.Г. Араманович [и др.]; под общ. ред. И.Г. Араманович. – М.: Наука, 1984. – 831 с.

3. Математика для экономистов на базе MathCad / А.А. Черняк [и др.]. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 485 с.

УДК 37.012.7

Вашкевич Д.И., Ковалева И.Л.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АССОЦИАТИВНЫХ
ПРАВИЛ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ
КОНКРЕТНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МАГИСТРАТУРЫ**

БНТУ, г. Минск

The basis for this work is the study of the projected needs in preparation for the new master's degree in-depth graduate labor market, compiled on the basis of letters of assist businesses in need of training programs and vocational schools proposals for qualification requirements for masters. The purpose of this analysis can be search for patterns in business processes, identifying the links between the choice of individual items and groups. The knowledge gained in the course of this analysis, to take decisions aimed at improving the company.

В соответствии со статьями 202 и 204 Кодекса Республики Беларусь об образовании и с целью реализации практико-ориентированного подхода к подготовке кадров 2 ступени высшего образования в настоящее время в вузах республики ведется активная работа по проектированию специальностей магистратуры с углубленной подготовкой специалиста. Основой для этой работы служит изучение прогнозной потребности в подготовке магистров по новой специальности углубленной магистратуры