В.А. Новиков
Г.Р. Ванкович
Л.И. Суарэс

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЙТИНГА ВНУТРЕННЕГО СИНЕРГИЗМА КОЛЛЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация: В работе развита методика HRM управления кадрами на основе рейтинговых оценок. Коллективную систему, использующую матрицу парных отношений, предложено представлять в виде системы линейных дифференциальных уравнений. Применение к системе преобразования Лапласа дает возможность определить условие автогенерации автономной системы, определяемое главным собственным значением матрицы парных отношений. Полагая частоту генерации системой, прямо пропорциональной рейтингу синергизма системы, предложен алгоритм сравнительной оценки нескольких коллективных систем.

Ключевые слова: синергизм, рейтинг, матрица парных отношений, автономная система, дифференциальное уравнение, преобразование Лапласа, частота автогенерации, собственное значение, собственный вектор.

METHODS OF DETERMINATION OF THE INTERNAL SYNERGY RATING OF A COLLECTIVE SYSTEM

Abstract: The paper reviews the HRM (human resources management) methodology based on the ratings. Authors propose to represent a collective system that uses a pairwise relations matrix as a system of linear differential equations. The application of the Laplace transform methods makes it possible to specify conditions of auto-generation of the autonomous system defined by the principal proper value of the pairwise relations matrix. Assuming that the frequency of oscillation is directly proportional to the system's synergy rating, authors propose the algorithm of comparative evaluation of several collective systems.

Keywords: synergy, rating, pairwise relations matrix, autonomous system, differential equation, Laplace transform, frequency of auto-generation, proper value, eigenvector.

* Статья поступила в редакцию 22 марта 2012 г.

В соответствии с концепцией HRM (*Human Resources Management* – Управление человеческими ресурсами – концепция управления персоналом) первостепенной задачей любой коллективной системы является установление рейтинговых оценок её деятельности. Методика определения рейтинговых оценок может быть принята за основу поощрительных мер деятельности членов коллектива. Очевидно, что механизмы рейтинговых оценок должны базироваться на осязаемых результатах деятельности каждого члена коллектива. В конечном итоге, целью механизма определения рейтинговых оценок является обеспечение наибольшего синергизма [1] коллектива как коллективной системы (синергизм – суммирующий эффект взаимодействия двух или более факторов, характеризующийся тем, что их действие существенно превосходит эффект каждого отдельного компонента в виде их простой суммы). Важное значение, на наш взгляд, имеет рейтинг членов коллектива, определенный не системой административного контроля, а самими членами этого коллектива. Очевидно, что определенный таким образом рейтинг в особой мере будет учитывать скрытые механизмы синергизма системы и сможет использоваться администрацией для выявления резервов в повышении эффективности деятельности системы не только с позиций реальных результатов, но и с позиций обеспечения благоприятного нравственно-морального климата в коллективе. Более того, миссия любой организации невозможна без четко структурированного подхода в ее деятельности [2] с выявлением активных носителей этой миссии [3].

Особую роль в выявлении рейтинговых оценок может оказать при направленном механизме регуляризации матричное критериально-ориентированное тестирование [4] 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 $X \equiv X(t)$, $X = (x_1, \ldots, x_N)^T$, $x_i(t)$ – 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 динамизма 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 [5]:

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

В соответствии со свойством преобразования Лапласа $L\left(\dfrac{dX}{dt}\right) = pX(p)$ 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 $|A - p| = 0$, т.е.

$$\begin{vmatrix} a_{11} - p & a_{12} & \ldots & a_{1N} \\ a_{21} & a_{22} - p & \ldots & a_{2N} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{N1} & a_{N2} & \ldots & a_{NN} - p \end{vmatrix} = 0$$

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, 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:

$$A\mathring{X} = \lambda \mathring{X}$$

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 $\mathring{X}$ могут быть положительные и отрицательные значения, что с позиций их вклада во внутренний синергизм не важно. В связи с этим необходимо сделать пересчет $\mathring{X} = \left|\overrightarrow{\mathring{X}}\right|$ в соответствии с правилами векторизации, например, пакета *Mathcad*.

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

Описанная задача в полном объеме может быть решена средствами математического пакета *Mathcad*.

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 *Mathcad*:

$$\mathrm{A} := \begin{pmatrix} 0 & 1 & 5 & 8 \\ 3 & 0 & 9 & 4 \\ 9 & 1 & 0 & 7 \\ 2 & 6 & 3 & 0 \end{pmatrix}$$

p:=eigenvals(A)

$$\mathrm{p} = \begin{pmatrix} 14.177 \\ -7.638 \\ -3.269 + 4.727i \\ -3.269 + 4.727i \end{pmatrix}$$

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

$$\lambda := \mathrm{p}_1$$

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

$$\mathrm{X1} := \left|\overrightarrow{\mathrm{X1}}\right|$$

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

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:

$$\mathrm{A} := \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 5 & 6 \\ 5 & 0 & 7 & 4 & 8 \\ 6 & 8 & 0 & 3 & 9 \\ 7 & 10 & 1 & 0 & 1 \\ 3 & 4 & 5 & 6 & 0 \end{pmatrix} \quad \mathrm{p} := \mathrm{eigenvals}(\mathrm{A})$$

$$\mathrm{p} = \begin{pmatrix} 19.972 \\ -0.675 \\ -5.67 + 3.387i \\ -5.67 + 3.387i \\ -7.956 \end{pmatrix}$$

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:

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

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 $X1_2$ по формуле:

$$X1_2 = X1_1 \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

где λ_i – главное собственное значение i-ой системы.

$$X1_2 = \begin{pmatrix} 0.433 \\ 0.727 \\ 0.77 \\ 0.583 \\ 0.579 \end{pmatrix}$$

Сравнивая векторы $X1_1$ и $X1_2$, 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 – у четвертого элемента первой системы.

Концепция *HRM*-открытости коллективной системы с позиций управления кадрами является одним из самых важных условий обеспечения нравственного климата в коллективе, а выявление рейтинга внутреннего синергизма может служить дополнительным стимулом сплочения коллектива в условиях перехода к бизнес-процессному структурированию. Очевидно, что при реинжиниринге [6] такого перехода учёт внутреннего синергизма нивелирует негативные стороны реорганизации коллектива с позиций синергизма [7].

Предложенная методика использования матричных критериальных оценок для определения рейтинга внутреннего синергизма может представлять интерес в реализации механизмов принятия управленческих решений [8] на этапах подготовки специалистов на уровне среднего и высшего эшелонов власти и наравне с другими методами оценки рейтинговых показателей может оказаться полезной при выявлении формальных и неформальных лидеров и аутсайдеров в коллективной системе. Практическая реализация поставленной задачи была достаточно просто осуществлена средствами математического пакета *Mathcad* без использования навыков прямого программирования пользователей [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. Лодон, Дж. Управление информационными системами: учеб. / Дж. Лодон, К. Лодон: пер. с англ. – 7 изд. – СПб: Питер, 2005. – 910 с.

2. Федотова, Д.Э. CASE-технологии: практ. для вузов / Д.Э. Федотова, Ю.Д. Семенов, К.Н. Чижик. – М: Горячая линия-Телеком, 2003. – 157 с.

3. Шпак, Н. Миссия «миссии компании» / Н. Шпак // Менеджмент сегодня. – 2002. – №1.

4. 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: моногр. – Воронеж, 2011. – Кн. 9. – С. 43–58.

5. 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: 5-е изд. – М: Наука, 1984. – 831 с.

6. Ойхман, Е.Г. Реинжиниринг бизнеса: реинжиниринг организаций и информационные технологии / Е.Г. Ойхман, Э.В. Попов. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 334 с.

7. Новиков, В.А. Синергизм корпоративной системы / В.А. Новиков, Д.С. Харитонов // Труд, профсоюзы, общество. – 2011. – №3. – С. 84–88.

8. Ульяшина, С.Ю. Формирование механизма принятия управленческих решений по использованию интеллектуальной собственности в предпринимательских структурах: автореф. дис. … канд. экон. наук / С.Ю. Ульяшина. – М, 2007. – 24 с.

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