УДК 338.24
ББК У9(2) 49-21

И. Г. Ахметов
г. Чита, Россия

Математическое и алгоритмическое обеспечение задачи автоматизации стратегического управления вузом

В статье рассматривается математическое и алгоритмическое обеспечение задачи автоматизации стратегического управления вузом на основе процессного подхода и системы сбалансированных показателей. Построена математическая модель на базе теории графов и рекурсивный алгоритм определения достижимости стратегических целей вуза.

Ключевые слова: стратегическое управление вузом, процессный подход, сбалансированная система показателей, теория графов, многомерный анализ.

I. G. Akhmetov
Chita, Russia

Mathematical and Algorithmic Software of Automation Tasks of University Strategic Management

The article deals with mathematical and algorithmic software automation tasks of strategic management of university-based process approach and the balanced scorecard. A mathematical model based on graph theory and a recursive algorithm to determine the attainability of strategic objectives of the university is constructed.

Keywords: strategic management of the university, process approach, balanced scorecard, graph theory, multivariate analysis..

Рассмотрим задачу автоматизации стратегического управления вузом на основе процессного подхода и системы сбалансированных показателей. Основной аппарат, необходимый для решения поставленной в исследовании задачи, включает следующие разделы: теория графов, теория знаковых графов, многомерный анализ (технология OLAP).

Поясним, каким образом данные разделы математики используются в построении карт стратегии и инструментария их построения и анализа. Опишем модель стратегического управления в терминах теории графов более подробно. Введем множества: P – множество стратегических проекций, V – множество стратегических целей, I – множество показателей, B – множество подразделений, S – множество сотрудников. Введем отношения:

1. ρ_P – бинарное отношение на множестве P;
2. ρ_{PxV} – инъективное бинарное отношение между множествами P и V ;
3. ρ_V – бинарное отношение на множестве V;
4. ρ_{VxI} – инъективное бинарное отношение между множествами V и I;
5. ρ_B – бинарное отношение на множество B;
6. ρ_{BxS} – инъективное бинарное отношение между множествами B и S;
7. ρ_{IxB} – инъективное бинарное отношение между множествами I и B;
8. ρ_{IxS} – инъективное бинарное отношение между множествами I и S.

Напомним, что бинарное отношение – это подмножество декартова произведения двух множеств. В частности, бинарным отношением, заданным на множестве, называется подмножество декартова квадрата данного множества. Элементы бинарного отношения – упорядоченные пары.

Отношение ρ_P задано на множестве стратегических проекций P. Оно устанавливает порядок следования проекций на карте. Отношение ρ_P обладает свойствами иррефлексивности и антисимметричности.

Отношение ρ_{PxV} – подмножество декартова произведения множества стратегических проекций P и множества стратегических целей V. Это отношение принадлежности целей проекциям. Данное отношение будет инъективным, т.к. каждая цель может принадлежать только к одной проекции.

Отношение ρ_V задано на множестве стратегических целей V. Оно устанавливает связи между целями. Данное отношение обладает свойствами иррефлексивности и антисимметричности.

Отношение ρ_{VxI} – подмножество декартова произведения множества стратегических целей V и множества показателей I. Это отношение принадлежности показателей целям. Данное отношение также будет инъективным.

Отношение ρ_B задано на множестве подразделений V. Оно устанавливает связи между подразделениями, т.е. описывает организационную структуру (дерево). Данное отношение обладает свойствами иррефлексивности и антисимметричности.

Отношение ρ_{BxS} – подмножество декартова произведения множества подразделений B и множества сотрудников S. Это инъективное отношение, связывающее сотрудников с подразделениями.

Отношение ρ_{IxB} – подмножество декартова произведения множества показателей I и множества подразделений B. Это отношение связывает показатели с подразделениями, ответственными за их формирование.

Отношение ρ_{IxS} – подмножество декартова произведения множества показателей I и множества сотрудников S. Это отношение связывает показатели с сотрудниками, ответственными за их формирование.

Описанные множества и бинарные отношения можно представить в виде схемы (рис. 1).

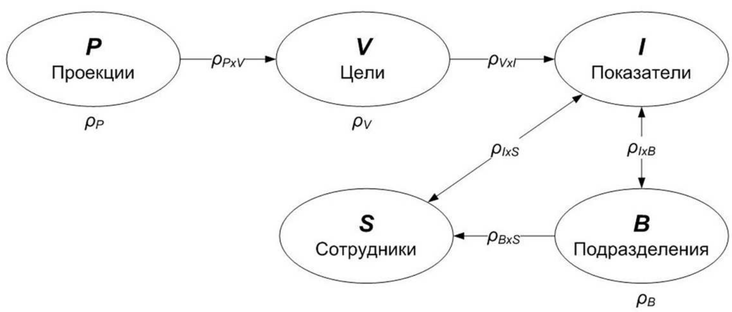

Рис. 1. Множества и бинарные отношения, описывающие карту стратегии

Карта стратегии в таком случае может быть описана как многослойный граф $G = (G_P, G_V)$. Организационная структура будет представлена графом $G_B = (B, \rho_B)$.

Верхний слой многослойного графа G представлен графом $G_P = (P, \rho_P)$.

Например, если карта имеет четыре проекции, то множество проекций будет иметь вид: $P = \{P_1, P_2, P_3, P_4\}$, а отношение: $\rho_P = \{(P_1, P_2), (P_2, P_3), (P_3, P_4)\}$.

Нижний слой представлен графом $G_V = (V, \rho_V)$.

Например, если карта имеет следующую конфигурацию (рис. 2), то множество целей примет вид: $V = \{V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6\}$, а отношение: $\rho_V = \{(V_1, V_3), (V_2, V_3), (V_3, V_4), (V_3, V_5), (V_3, V_6)\}$.

Связь между слоями графа G реализуется отношением ρ_{PxV} .

Несложно видеть, что графы G_P, G_V и G_P должны быть ориентированно связными (т.е. для любых двух вершин (целей) u, v должен быть путь из u в v).

Исходя из постановки задачи в терминах теории графов, представляется возможным использование известных алгоритмов на графах.

Опишем алгоритм, позволяющий определить, достигнута ли данная цель.

Пусть задан ориентированный граф целей $G_V = (V, \rho_V)$, где V – множество вершин графа (целей), ρ_V – множество дуг графа (связей между целями). Для простоты изложения опустим описание других графов, определенных ранее (граф проекций и пр.). Рассмотрим конкретный пример графа целей (рис. 3).

Как видно из рисунка, граф содержит 9 вершин и 11 дуг. Граф можно представить в виде матрицы смежности:

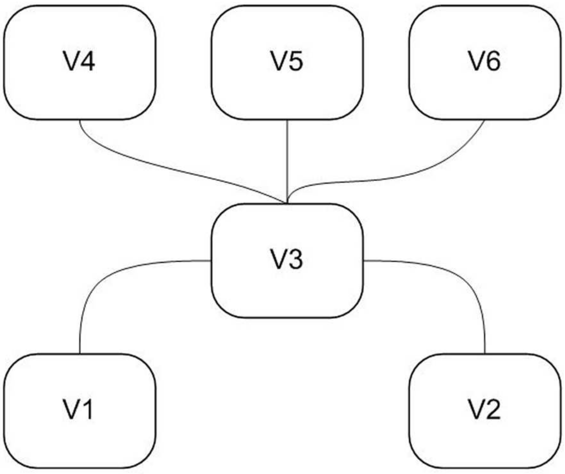

Рис.2. Пример карты стратегии

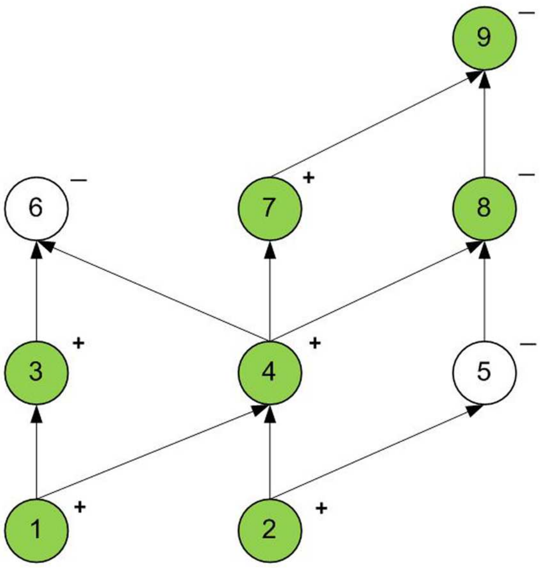

Рис.3. Пример графа целей

$$E = \begin{pmatrix} 0\,0\,1\,1\,0\,0\,0\,0\,0 \\ 0\,0\,0\,1\,1\,0\,0\,0\,0 \\ 0\,0\,0\,0\,0\,1\,0\,0\,0 \\ 0\,0\,0\,0\,0\,1\,1\,1\,0 \\ 0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,1\,0 \\ 0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0 \\ 0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,1 \\ 0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,1 \\ 0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0\,0 \end{pmatrix}$$

Темным цветом на рисунке обозначены цели, для которых все показатели выполнены (т. е. значения всех показателей находятся в «зеленой зоне»). Этот признак можно представить в виде вектора выполнимости:

$$K = (1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1).$$

Сформулируем общее правило. Данная цель считается достигнутой, если:

1. Все показатели данной цели выполнены.

2. Достигнуты все цели, предшествующие данной.

Таким образом, в рассматриваемом примере цели 1, 2, 3, 4, 7 – достигнуты; цели 5 и 6 не достигнуты (т.к. их показатели не выполнены), цели 8 и 9 не достигнуты (т.к. одна или более предшествующих целей не достигнуты).

Построим алгоритм, определяющий достижимость данной цели.

Алгоритм реализуется через рекурсивную функцию, принимающую параметр m – номер узла. Также используются матричные переменные: E – матрица смежности, K – вектор выполнимости. Переменная n – количество узлов (размерность матрицы E и вектора K).

1. Перед запуском функции присвоить флагу значение 1.

2. Вызвать функцию с начальным параметром m=<номер цели для проверки>.

3. Цикл по i от 1 до n.

4. На каждом шаге цикла проверять условие E(i,m)=1. Если оно истинно, рекурсивно вызвать функцию с параметром, равным i.

5. Проверить условие K(i)+K(m)<2. Если оно истинно, присвоить флагу значение 0 и прервать выполнение функции.

6. Конец цикла по i.

Если после выполнения рекурсивной функции флаг имеет значение 0, цель является достигнутой, иначе – цель не достигнута.

Сущность алгоритма состоит в построении всех маршрутов с концом в заданном узле. Если в каком-либо маршруте встречается цель, не выполненная по показателям, сумма соответствующих элементов вектора выполнимости оказывается меньшей, чем 2, что говорит о том, что нашелся маршрут до данной цели, в котором присутствует не достигнутая цель. Следовательно, данная цель не может считаться достигнутой.

Например, до цели 8 существуют следующие маршруты: 1–4–8, 2–4 –8, 2–5–8. Первые два маршрута проходят через достигнутые цели, а последний – через недостигнутую цель 5. Т. е. суммы *K(2)+K(5)* и *K(5)+K(8)* будут равны *1*. Следовательно, цель 8 не будет являться достигнутой.

Таким образом, мы построили математическую модель, позволяющую описать карту стратегии с помощью теории графов и знаковых графов. Также разработан алгоритм, позволяющий выяснить, какие из стратегических целей достигнуты в заданный момент времени.

Список литературы

1. Каплан Р., Нортон Д. Стратегические карты. Трансформация нематериальных активов в материальные результаты: пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2004.

2. Лекции по теории графов / В. А. Емельянов, О. И. Мельников, В. И. Сарванов, Р. И. Тышкевич. 2-е изд., испр. М.: УРСС, 2009. 392 с.

3. Оре О. Теория графов. М.: Наука, 1968. 336 с.

4. Соловьев В. П., Бринза В. В. Стратегия управления вузом // Университетское управление: практика и анализ. 2002. №2 (21). С. 15–18.

5. Харари Ф. Теория графов. М.: Мир, 1973.

6. Norton D., KaplanR. Measures that drive performance. Harvard Business Review, January. February 1992.

Рукопись поступила в редакцию 16 апреля 2011 г.