

© 2006 А.В. Волгин<sup>1</sup>, Г.Е. Белашевский<sup>2</sup><sup>1</sup>ООО «Самара – АвиаГаз»<sup>2</sup>Самарский государственный аэрокосмический университет

В работе анализируются различные способы применения матриц в управлении предприятием. Отношение (связь) между элементами двух и более множеств может быть представлена в матричной форме. Композиция отношений позволяет упростить анализ связей между элементами множеств. Приведен пример использования матриц приоритетов в системе управления предприятием.

Матрицы, как инструмент анализа, уже давно применяются в системе управления предприятия. Достаточно назвать такие инструменты качества как матричные диаграммы, матрицы приоритетов, матричный анализ в Развертывании Функции Качества (QFD) [1].

1. Применение матриц в управлении обусловлено тем, что практически любое предприятие характеризуется большим набором объектов (различное оборудование, подразделения, поставщики, потребители), и связи между ними трудно описать зависимостями типа  $y = f(x)$ . Реальные связи многомерны и неявны. Матрицы же позволяют в достаточно наглядной форме идентифицировать такие связи и проводить их анализ. В задаче формирования производственной структуры предприятия может быть использована матрица взаимосвязей групп деталей  $D = [d_{ij}]$ , где  $d_{ij}$  - численность общего оборудования, применяемого при обработке  $i$  - ой и  $j$  - ой деталей, в маркетинговых исследованиях используется матрица технического уровня  $U = [u_{ij}]$ , где  $u_{ij}$  - технический уровень  $i$  - ого предприятия на  $j$  - ом рынке и матрица цен [2].

С позиций математики задание матрицы может интерпретироваться как задание отношения (связи) между объектами двух множеств. Элемент матрицы в этом случае может означать как связь объектов (типа «да» или «нет»), так и силу связи, выраженную числом. В случае трех и более множеств можно строить многомерные отношения и, соответственно, многомерные матрицы. Однако при таком подходе теряется наглядность и простота интерпретации. Сложность анализа многомерных отноше-

ний можно преодолеть с помощью композиции отношений [3].

2. Допустим, что предприятие имеет поставщиков  $\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_5$ , которые поставляют материалы (детали, узлы, комплектующие)  $M_1, M_2, M_3$ . Из этих материалов предприятие изготавливает изделия  $I_1, I_2, \dots, I_4$  для заказчиков (потребителей)  $Z_1, Z_2, \dots, Z_5$ . Для указанных множеств можно составить матрицы связей. Пусть, например, установлены связи между поставщиками и материалами, которые они поставляют (таблица 1), изделиями и необходимыми материалами (таблица 2), заказчиками и изделиями (таблица 3). Знаком « $\times$ » обозначена связь объектов двух множеств.

Таблица 1. Матрица связей между поставщиками и поставляемыми материалами (ПМ)

ПМ	$\Pi_1$	$\Pi_2$	$\Pi_3$	$\Pi_4$	$\Pi_5$
$M_1$	$\times$		$\times$		$\times$
$M_2$		$\times$		$\times$	
$M_3$			$\times$		

Таблица 2. Матрица связей между изделиями и материалами (ИМ)

ИМ	$M_1$	$M_2$	$M_3$
$I_1$		$\times$	
$I_2$			$\times$
$I_3$	$\times$		$\times$
$I_4$			$\times$

Таблица 3. Матрица связей между заказчиками и изделиями (ЗИ)

ЗИ	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_3$
$Z_1$	$\times$			
$Z_2$		$\times$		
$Z_3$			$\times$	
$Z_4$		$\times$		
$Z_5$	$\times$			$\times$

Используя композицию отношений, заданных матрицами **ПМ**, **ИМ** и **ЗИ**, нетрудно составить матрицу отношения **ПЗ**. Матрица **ПЗ** (таблица 4) показывает связи, устанавливаемые предприятием, между поставщиками **П<sub>i</sub>** и заказчиками **З<sub>j</sub>**. Так, например, взаимодействие заказчика **З<sub>3</sub>** с предприятием происходит по изделию **И<sub>3</sub>**, для которого необходимы материалы **М<sub>1</sub>** и **М<sub>3</sub>**, поставляемые **П<sub>1</sub>**, **П<sub>3</sub>** и **П<sub>5</sub>**.

Таблица 4. Матрица связей между поставщиками и заказчиками (ПЗ)

ПЗ	З <sub>1</sub>	З <sub>2</sub>	З <sub>3</sub>	З <sub>4</sub>	З <sub>5</sub>
П <sub>1</sub>			×		
П <sub>2</sub>	×				×
П <sub>3</sub>		×	×	×	×
П <sub>4</sub>	×				×
П <sub>5</sub>			×		

Подробное расписывание технологических процессов (продуктовых линий) с помощью матриц связей упрощает определение добавленной ценности для заказчика, прибыли предприятия и его потерь.

3. Построение системы менеджмента качества предприятия связано с выделением сети процессов. Распределение процессов по подразделениям предприятия, выполнение требований стандарта, например, ИСО 9001-2000 может проводиться с помощью матриц. Допустим, выделены процессы: *заключение контрактов, управление документацией СМК, внутренний аудит, закупки, изготовление, мониторинг удовлетворенности потребителя*, а предприятие имеет подразделения: *отдел маркетинга, отдел закупок, отдел главного конструктора, отдел главного технолога, производство, отдел гарантийного сопровождения*. По результатам обсуждения с представителями подразделений можно составить матрицу **ПП** (таблица 5). С другой стороны, выделенные процессы должны покрывать требования стандарта, например, ИСО 9001-2000. Связь процессов с ИСО 9001-2000 приводит к матрице **ТП** (таблица 6).

Используя композицию отношений, получим матрицу **ИСО** (таблица 7).

Таблица 5. Матрица связей процессов и подразделений (ПП)

Матрица ПП	Отдел маркетинга	Отдел закупок	Отдел главного конструктора	Отдел главного технолога	Производство	Отдел гарантийного сопровождения
Заключение контрактов	×		×			
Управление документацией СМК			×	×		
Внутренний аудит						×
Закупки		×				
Изготовление					×	
Мониторинг удовлетворенности потребителя						×

Таблица 6. Связь процессов с ИСО 9001-2000

Матрица ТП	Системы менеджмента качества	Ответственность руководства	Менеджмент ресурсов	Процессы жизненного цикла продукции	Измерение, анализ и улучшение
Заключение контрактов		×			
Управление документацией СМК	×	×			
Внутренний аудит				×	×
Закупки				×	
Изготовление			×	×	×
Мониторинг удовлетворенности потребителя					×

Таблица 7. Матрица ИСО

Матрица ИСО	отдел маркетинга	отдел закупок	отдел гл. конструктора	отдел гл. технолога	Производство	отдел гарантийного сопровождения
Системы менеджмента качества			×	×		
Ответственность руководства	×		×	×		
Менеджмент ресурсов					×	
Процессы жизненного цикла продукции		×			×	×
Измерение, анализ и улучшение					×	×

Очевидно, что при таком распределении требований ИСО можно ожидать несоответствия по разделу 5 «Ответственность руководства», так как политика в области качества относится к компетенции высшего руководства.

4. Разворачивание каждого элемента матрицы связи, например, «Ответственность руководства – отдел маркетинга» может быть с помощью матрицы приоритетов, лежащей в основе метода анализа иерархий [4]. Требования стандартов ИСО серии 9000-2000 устанавливают область и глубину нормативно – технической документации, необходимой для функционирования СМК предприятия. Одним из обязательных документов СМК предприятия является политика и цели в области качества. Цели предприятия формулируются в различных областях: финансы, рынок, конкуренция (бенчмаркинг), удовлетворенность Потребителя, улучшение показателей продукции и процессов. Цели всей организации должны быть спроецированы (развернуты, разложены) на её подразделения, для того, чтобы персонал осознавал свою причастность и ответственность за достижение той или иной цели всей организации.

Планирование, выбор целей, оптимизация поведения в конкурентной среде всегда на определенном этапе требуют принятия решения. Практически очевидным стал тот факт, что социальные процессы, в частности, процессы управления плохо формализуются в рамках классической ма-

тематики. Достаточно эффективным в этом случае может оказаться метод анализа иерархий.

В основе метода анализа иерархий лежит так называемая матрица приоритетов. Допустим, что поставлена задача сравнения факторов, влияющих на выбранный объект. Как правило, количество влияющих факторов достаточно велико, точные зависимости неизвестны, математическую формализацию задачи выполнить практически невозможно. Эксперт также испытывает трудности при оценке влияния факторов на объект. Удивительно, но задача решается легче, если проводить попарное сравнение влияния факторов на объект. (Суть в том, что трудно ответить на вопрос, сколько весит А, гораздо проще решить, что тяжелее: А или В)

Для аналитического планирования развития предприятия необходимо описать начальное состояние (положение «как есть»), целевое состояние (цели) и средства, позволяющие связать эти состояния. Ниже приведен пример применения метода анализа иерархий, в качестве объекта выбрана цель из политики по качеству «Устойчивый рост прибыли предприятия» и выделены некоторые факторы, влияющие на цель (таблица 8).

Специалистами - экспертами предприятия были составлены матрицы приоритетов по выбранным критериям (пример приведен в таблице 9).

Таблица 8. Факторы, влияющие на цель

<p><b>Менеджмент</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• планирование,</li> <li>• инвестиции,</li> <li>• реклама,</li> <li>• отпускные цены,</li> <li>• маркетинговая стратегия.</li> </ul> <p><b>Производство</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• соблюдение сроков,</li> <li>• технология,</li> <li>• качество,</li> <li>• организация производства,</li> <li>• контроль затрат.</li> </ul>	<p><b>Материально – техническое снабжение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• закупки,</li> <li>• отношения с поставщиками,</li> <li>• входной контроль,</li> <li>• контроль ресурсов.</li> </ul> <p><b>Персонал и Разработки</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• квалификация,</li> <li>• подготовка персонала,</li> <li>• мотивация персонала,</li> <li>• творческий потенциал,</li> <li>• планирование новых разработок</li> </ul>
---	---

Таблица 9. Пример матрицы «Производство»

Цель – Устойчивый рост прибыли предприятия

Производство	Соблюдение сроков поставки продукции	Технология	Качество	Организация производства	Контроль затрат
Соблюдение сроков поставки продукции	1	5	1	3	3
Технология	1/5	1	3	1	3
Качество	1	1/3	1	3	1
Организация производства	1/3	1	1/3	1	1
Контроль затрат	1/3	1/3	1	1	1

Шкала отношений и заполнение таблиц

1 – равнозначность факторов, 3 – доминирование одного фактора над другим фактором, 5 – сильное доминирование одного фактора над другим фактором, 2,4 – возможные промежуточные значения.

Математическая обработка матриц состояла в нахождении вектора приоритетов, как собственного вектора, соответствующего максимальному собственному числу. В качестве примера ниже приведены результаты обработки оценок эксперта N (таблица 10). В столбцах указаны компоненты вектора приоритетов по различным факторам, например, по критерию «Менеджмент» приоритет отдан инвестициям.

На рис. 1. приведены результаты вычислений приоритетов экспертов по указанным выше критериям. Достижение цели связывается с инвестициями, качеством,

планированием новых разработок и контролем ресурсов.

Таблица 10. Результаты обработки оценок эксперта N

Цель – Устойчивый рост прибыли предприятия			
Менеджмент	Производство	Мат – тех снабжение	Персонал и разработки
0,1084	0,3268	0,3072	0,1625
0,4198	0,1280	0,2059	0,0773
0,1084	0,2829	0,1552	0,1007
0,2356	0,1002	0,3316	0,2080
0,1279	0,1621		0,4516

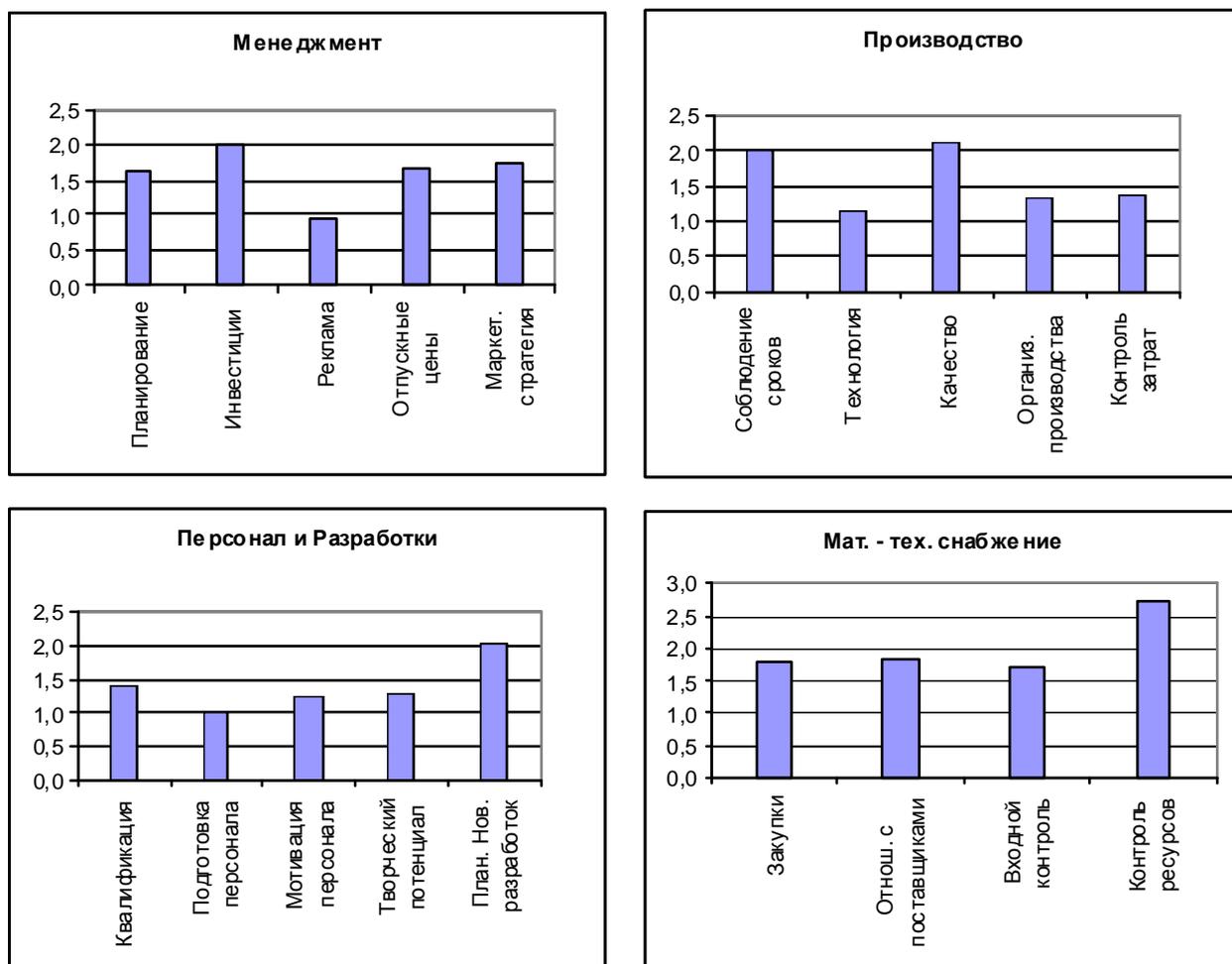


Рис. 1. Результаты вычислений приоритетов экспертов

Знание распределения приоритетов по выбранным критериям позволяет высшему менеджменту предприятия проводить обоснованную политику для достижения поставленной цели.

#### Список литературы

1. Глудкин О.П., Горбунов Н.М., Гуров А.И., Зорин Ю.В. Всеобщее Управление Качеством. – М.: Радио и связь, 1999.

2. Кузин Б., Юрьев В., Шахдинаров Г. Методы и модели управления фирмой. – СПб: Питер, 2001.

3. Фор Р., Кофман А., Дени-Папен М. Современная математика. – М.: Мир, 1966.

4. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. / пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993.

## MATRIX ANALYSIS IN ENTERPRISE EXECUTIVE SYSTEM

© 2006 A.V. Volgin<sup>1</sup>, G.E. Belachewskij<sup>2</sup>

<sup>1</sup>«Samara – Aviagas»

<sup>2</sup>Samara State Aerospace University

In work various ways of matrixes application in business operation are analyzed. The relation (connection) between elements of two and more sets can be submitted in the matrix form. The composition of relations allows to simplify the analysis of connections between elements of sets. The example of use of priorities matrixes in a control system of the enterprise is resulted.