

УДК 621.01

В.Н. Череватенко

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОИНДЕКСНЫХ МАССИВОВ ДЛЯ ОПИСАНИЯ СТРУКТУРЫ ПРОМЫШЛЕННОГО РЫНКА



Виталий Николаевич Череватенко, аспирант
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
Ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, 195251, Россия
Тел.: (951)672-1224, E-mail: vitalii@cherevatenko.com

Аннотация

В работе рассмотрен вопрос использования многоиндексных массивов в качестве математического инструмента описания структуры промышленного рынка. Показана возможность программного применения данного инструмента в рамках разработки модели сегментирования рынка, а также отмечены примеры его использования в пакете MathCad.

Ключевые слова: сегментирование рынка, структура рынка, многоиндексный массив.

V.N. Cherevatenko

THE USE OF MULTY-INDEX ARRAYS AS A DESCRIPTION OF THE MARKET STRUCTURE

Vitaly N. Cherevatenko, e-mail: vitalii@cherevatenko.com
St. Petersburg State Polytechnical University

Abstract

The article is devoted to the multi-index arrays as a description of the structure of the industrial market. The paper considers the possibility to use the tool in a model of market segmentation and examples of its use in MathCad.

Key words: market segmentation, market structure, multi-index array.

Формирование стратегии продвижения организации на рынке без понимания его структуры зачастую заканчивается неудачей. В данном случае подразумевается, что понятие структуры рынка неразрывно связано с набором сегментов и непосредственно понятием сегментирования рынка. В работе рассматривается вопрос разработки модели рынка и ее математического описания при помощи многоиндексных массивов.

Рынок – это изменчивый, динамичный объект. Для того, чтобы организации правильно подстроиться под него, необходимо периодически производить ресегментацию. В идеале она должна производиться регулярно, совместно с этапами оценки рыночной ситуации. Пользуясь абстрактным представлением рынка [9], необходимо получить удобный математический инструмент для совместного анализа всех возможных подходов к делению рынка на сегменты. В рамках этой задачи в работе рассматривается структура модели взаимодействия организации - поставщика продукции и рынка, представленная на рис. 1.

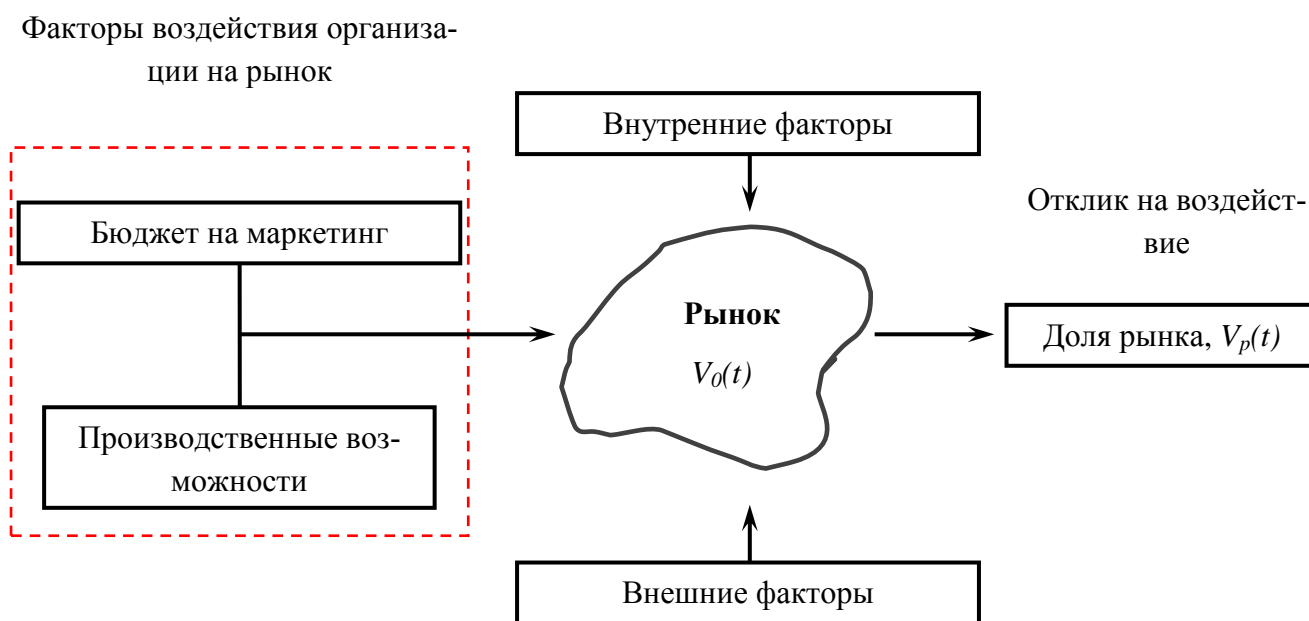


Рис. 1. Структура модели взаимодействия организации-поставщика и рынка

Модель рассматривает процесс воздействия организации на рынок, результат воздействия отражается в качестве доли рынка $V_p(t)$, которая может изменяться в зависимости от тех или иных факторов. Подразумевается, что источники воздействия на рынок имеют две природы – непосредственно зависящие от потенциала компании (бюджет маркетинга и производственные возможности, способные удовлетворять те или иные потребности рынка), а также внешние и внутренние факторы, влияющие на изменение объема рынка $V_0(t)$ и его составных частей – сегментов. Имея данные о бюджете и производственных возможностях организации (свойствах выпускаемого продукта/услуги), модель позволяет определить наиболее подходящий сегмент исходя из текущей рыночной ситуации.

Ограничения модели сводятся к следующему:

1) не рассматриваются механизмы, причинно-следственные связи, а также детализация внешних и внутренних факторов воздействия на рынок,

их воздействие не разделяется и рассматривается в качестве суммарного эффекта, который подчиняется методам статистического анализа, а также подлежит прогнозированию в среднесрочной перспективе;

2) исключаются какие-либо другие источники, влияющие на поведение рынка как такового;

3) оценка технических возможностей (свойств продукта/услуги), а также планирование бюджета и оценка эффективности его использования возлагается на экспертное мнение исследователя.

Сегментирование рынка можно рассматривать с нескольких позиций:

– формальной, связанной с конкретной задачей выхода компании на целевой рынок;

– глобальной, связанной с рассмотрением рынка в качестве многомерного объекта.

Если в первом случае сегментирование рынка рассматривается в качестве промежуточного звена цепочки «сегментирование-таргетирование-комплекс маркетинга» [10] и используется в качестве оперативного инструмента прикладного маркетинга, то второй подход связан с более глубокой работой над структурой рынка. Здесь имеется в виду, что рынок воспринимается исследователем в качестве разнородного объекта, структура которого может быть представлена как в качестве плоской проекции некоторых параметров сегментирования, так и в качестве единого объекта некоторой геометрии.

В работе [9] был предложен вариант использования тензорного формализма в качестве математического аппарата, позволяющего свободно измерять и преобразовывать сегменты рынка в соответствии с выбранными переменными, сохраняя при этом единую структуру исследуемого объекта (рынка). Однако данный подход не является единственным при работе с многомерными данными. Так, в работе [4] указаны ещё несколько вариантов – это классический (скалярный), подход функционального анализа, векторно-матричный и многомерно-матричный.

Каждый из перечисленных подходов имеет свои преимущества и недостатки относительно предполагаемой области применения. К примеру, использование скалярного подхода для рассматриваемой модели не подходит из-за громоздкости представления данных, а также отсутствия теоретической и алгоритмической общности. Применение же функционального анализа не позволит выйти за рамки теоретической модели, поскольку данный подход не рассчитан для практических исследований (данные представляются в качестве абстрактных математических пространств). Векторно-матричный подход также не приемлем для исследуемой модели, поскольку он ограничен квадратичной формой и не позволяет рассматривать модели более высоких порядков [5, 6].

Фактически из всех возможных подходов к формализации данных модели подходит лишь тензорный и многомерно-матричный. Рассмотрим эти

два подхода подробнее и выявим различия.

Многомерно-матричный подход использует в качестве переменной многомерную матрицу. В данном случае имеется ввиду, что многомерной (p -мерной) $(n_1 \times n_2 \times \dots \times n_p)$ -матрицей

$$A = (a_{i_1, i_2, \dots, i_p}), i_\alpha = \overline{1, n_\alpha}, \alpha = \overline{1, p} \quad (1)$$

называется система чисел и переменных a_{i_1, i_2, \dots, i_p} , расположенных в точках p -мерного пространства, определяемого координатами i_1, i_2, \dots, i_p [3]. Если числа $n_1 \times n_2 \times \dots \times n_p$ различны, то матрица A называется гиперпрямоугольной, если они равны – гиперквадратной или p -мерной матрицей n -го порядка. Представленное определение многомерной матрицы обобщает понятия скалярной величины, вектора и двумерной величины – это соответственно нуль-, одно- и двумерные многомерные матрицы [4].

Тензором A ранга $p=r+s$ типа (r, s) (r раз ковариантным и s раз контравариантным) называется геометрический объект, который в каждом базисе $e_i, i = \overline{1, n}$ вещественного n -мерного линейного пространства L^n определяется n^{r+s} координатами $a_{i_1, \dots, i_r}^{k_1, \dots, k_s}$ (индексы $i_1, \dots, i_r; k_1, \dots, k_s$ независимо принимают значения $1, 2, \dots, n$), обладает тем свойством, что его координаты $a_{i_1, \dots, i_r}^{k_1, \dots, k_s}$ в базисе $e_i, i = \overline{1, n}$ связаны с координатами $a_{i_1, \dots, i_r}^{k_1, \dots, k_s}$ в базисе e_i соотношением

$$a_{i_1, \dots, i_r}^{k_1, \dots, k_s} = b_{i_1}^{i_1} \dots b_{i_r}^{i_r} \cdot b_{k_1}^{k_1} \dots b_{k_s}^{k_s} \cdot a_{i_1, \dots, i_r}^{k_1, \dots, k_s}, \quad (2)$$

в которых $b_{i'}^i$ – элементы матрицы переходы от базиса e_i к базису $e_{i'}$, а $b_k^{k'}$ – элементы обратного перехода от $e_{i'}$ к e_i .

Формула (2) – формула преобразования координат тензора при преобразовании базиса [4].

У представленных выше подходов есть одна общая особенность – многомерная матрица и тензор представляют собой совокупность многоиндексных величин. В свою очередь, тензор не является многомерной матрицей, так как не рассматривается в пространстве своих индексов. Удобство использования и область применения математического инструмента определяется на усмотрение исследователя с тем примечанием, что тензорный подход предполагает отбрасывание свойств непосредственно тензора и использование лишь его обозначения для записи многомерных матриц.

Касательно практической работы с многомерными объектами в программных пакетах, то наиболее популярными среди известных являются: MAPLE, MATHCAD, MATLAB и Mathematica. К примеру, дополнительный модуль «tensor» для MAPLE позволяет создавать тензорные объекты, преобразовывать их и совершать значительное количество основных и вторичных операций над ними. MATLAB и Mathematica также достаточно

удобны для работы с векторами, многомерными матрицами и тензорами. В пакете MATHCAD для работы с тензорами используются вложенные массивы, по-другому – многоиндексные массивы.

При выборе программного пакета необходимо точно понимать цели и круг задач, которые необходимо решить. К примеру, для исчисления тензорных величин в плоском и искривленном пространстве-времени, для решения задач релятивистской электродинамики, специальной и общей теории относительности, где важно сохранять свойства тензоров и их алгебру, наиболее подходящим будет MAPLE. В тех случаях, где использование тензоров ограничивается их формализмом, будет достаточно пакета MATHCAD. При работе с моделью сегментирования рынка никаких особенных операций с тензорами не требуется, поэтому разумно использовать MATHCAD.

Для описания геометрии рынка в разрезах сегментов введем параметр S . В данном случае S – является математическим отражением геометрии рынка и задается с помощью использования многоиндексного массива.

Пусть рассматриваемый рынок характеризуется четырьмя переменными сегментирования, в качестве количественной характеристики, отражающих геометрию рынка, будем использовать объем отдельных сегментов в натуральном выражении. Очевидно, что первое условие, которое налагается на компоненты S – сумма объемов отдельных сегментов, выбранных по заданной переменной сегментирования, должна равняться объему рынка. То есть если рассматривать структуру рынка согласно заданным переменным сегментирования (таблица 1), а переменные сегментирования отнести к соответствующим структурам S_1, S_2, S_3, S_4 , то при выполнении (3) должно выполняться (4):

$$\begin{cases} V_{S1} = V_{A1} + V_{B1} \\ V_{S2} = V_{A2} + V_{B2} + V_{C2} + V_{D2} \\ V_{S3} = V_{A3} + V_{B3} \\ V_{S4} = V_{A4} + V_{B4} + V_{C4} \end{cases}, \quad (3)$$

$$V = V_{S1} = V_{S2} = V_{S3} = V_{S4}, \quad (4)$$

где $V_{s1}, V_{s2}, V_{s3}, V_{s4}$ – объемы рынка, соответствующие структурам S_1, S_2, S_3, S_4 ; V_A, V_B, V_C, V_D – объемы сегментов рынка, соответствующие структурам S_1, S_2, S_3, S_4 ; V – объем исходного рассматриваемого рынка.

Задать многоиндексный массив означает записать параметр S в качестве матрицы, состоящей из структур $S_{1,1}, S_{2,1}, S_{1,2}, S_{2,2}$, где $S_{1,1}, S_{2,1}, S_{1,2}, S_{2,2}$ являются, в свою очередь, вектор-столбцами, содержащими информацию о структуре рынка в разрезе соответствующих сегментов. В частном случае (данные таблицы 1), $S_{1,1}, S_{2,1}, S_{1,2}, S_{2,2}$ будут выглядеть так, как представлено на рис. 2.

В данном случае для $S_{1,1}, S_{2,1}, S_{1,2}, S_{2,2}$ выполняется условие (4), что

позволяет говорить о том, что S в простейшем виде отражает структуру рынка в разрезе сегментов. Записав данные таблицы в виде матрицы, будем называть ее моносегментной.

Таблица 1

Данные по объему отдельных сегментов рынка согласно выбранным переменным сегментирования

Сегмент	Переменная сегментирования 1	Переменная сегментирования 2	Переменная сегментирования 3	Переменная сегментирования 4
$i=1..4$	Структура S1	Структура S2	Структура S3	Структура S4
A_i	10	5	15	10
B_i	15	4	10	5
C_i	-	6	-	10
D_i	-	10	-	-
Итого	25	25	25	25

$$S_{1,1} := \begin{pmatrix} 10 \\ 15 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad S_{2,1} := \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \\ 6 \\ 10 \end{pmatrix} \quad S_{1,2} := \begin{pmatrix} 15 \\ 10 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad S_{2,2} := \begin{pmatrix} 10 \\ 5 \\ 10 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$S = \begin{pmatrix} \{4,1\} & \{4,1\} \\ \{4,1\} & \{4,1\} \end{pmatrix}$$

Рис. 2. Тензорный формализм и многоиндексный массив в Mathcad

Однако зачастую на практике сегментирование производится одновременно по нескольким переменным, к примеру, по возрасту и полу. В таком случае использование моносегментной матрицы некорректно. Матрицу, отражающую данные по объему пересекающихся сегментов по двум признакам, будем называть матрицей сегментирования второго порядка (таблица 2), по трем признакам – третьего порядка и т.д.

Для того, чтобы данный аппарат можно было использовать в предложенной модели рынка, предлагается в качестве информации, заносимой в ячейки матриц, использовать не только данные по натуральному объему сегментов, но и данные по конкурентной обстановке на том или ином сегменте рынка, а также данные по воспринимаемой ценности товара потребителем того или иного сегмента рынка. В данном случае, кроме S – объемной матрицы, можно ввести:

- матрицу конкурентной напряженности В,
- матрицу чувствительности к товару F.

Таблица 2

Данные по объему отдельных сегментов рынка согласно выбранным переменным сегментирования

	S1-S2	S1-S3	S1-S4	S2-S3	S2-S4	S3-S4
Признак 11-21	3	7	2	0	0	0
Признак 11-22	0	3	1	0	0	0
Признак 11-23	2	0	7	0	0	0
Признак 11-24	5	0	0	0	0	0
Признак 12-21	2	8	8	0	0	0
Признак 12-22	4	7	4	0	0	0
Признак 12-23	4	0	3	0	0	0
Признак 12-24	5	0	0	0	0	0
Признак 21-31	0	0	0	3	0	0
...
Признак 32-42	0	0	0	0	0	0
Признак 32-43	0	0	0	0	0	5

Таким образом, сопоставляя данные по бюджету маркетинга с данными матрицы В, а технические возможности организации с данными матрицы F, можно прогнозировать долю компании на рынке.

Подводя итог, следует отметить следующее:

- для работы с предложенной моделью рынка целесообразнее всего вместо тензорного использовать многомерный матричный подход;
- используя единую структуру матриц можно использовать информацию как по натуральному объему сегментов рынка, так и по конкурентной ситуации на том или ином сегменте рынка, а также воспринимаемую потребителем ценность предлагаемого товара.

Предложенный математический аппарат позволяет максимально удобно использовать данные о рынке для того, чтобы выбрать наиболее подходящие для организации сегменты, а также спрогнозировать потенциальную долю рынка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев К.К., Крашенинников В.Р. Методы фильтрации многомерных случайных полей. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1990. – 128 с.
2. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. М.: Наука, 1988. – 552 с.
3. Лурье А.И. Теория упругости. М.: Наука, 1970. – 939 с.

4. Муха В.С. Анализ многомерных данных: монография – Минск: Технопринт, 2004. – 366с.
5. Соколов Н.П. Введение в теорию многомерных матриц. Киев: Наукова думка, 1972. – 176 с.
6. Хорн Р., Джонсон Ч. Матричный анализ. М.: Мир, 1989. – 656 с.
7. Кластеризация регионов по уровню социально-экономического развития на основе самоорганизующихся карт Кохонена / Ю.В.Гордополов, Н.С. Лукашевич // Науч.-техн. ведомости СПбГПУ. – Сер. «Экономические науки». – СПб.: Изд-во Политех. ун-та, 2010. – № 99. С.27-33.
8. Опыт применения многомерного метода при сегментировании рынка судовой трубопроводной арматуры / В.Н. Череватенко // Морской вестник. -2012, -№3, С. 109-112.
9. О применимости тензорного метода в сегментировании / В.А. Дуболазов, В.Н. Череватенко // XL Неделя науки СПбГПУ: материалы международной научно-практической конференции. – СПб.: Издательство Политех. ун-та, 2011, С.400-402.
10. О критериях выбора целевых сегментов рынка / В.Н. Череватенко // Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития '2012. Материалы международной конференции SWorld, 2012.