

УДК 519.237.7

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИКЛАДНОЙ  
МАТЕМАТИКИ В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

М.Е. Королев, Е.А. Королев, В.Л. Гетьманская  
АДИ ГВУЗ «ДонНТУ», г.Горловка

*В работе была сделана попытка применения автоматизации неметрических методов многомерного шкалирования в управлении предприятием, построения факторного пространства с нанесением рассматриваемых объектов исследования с целью выявления латентных признаков внутриотраслевых зависимостей.*

Деятельность всех АТП условно подразделяется на два основных направления: комплексные и кооперированные. К комплексным относятся предприятия, которые кроме непосредственно транспортных услуг выполняют также ремонт и техобслуживание транспорта. Кооперированные представлены преимущественно организациями, которые разделены на филиальную сеть. По своему назначению предприятия АТП подразделяются на несколько видов:



Рисунок 1 – Виды АТП

С учетом вышеизложенного становится очевидным, что выделить оптимальную систему управления предприятием, на первый взгляд невозможно. В связи с этим в рамках исследования авторами предлагается рассмотреть наиболее популярные системы менеджмента на предприятии и путем методов многомерного шкалирования выбрать оптимальную.

В исследовании предлагается выбор оптимальной модели управления путем использования методов многомерного шкалирования. Постановка модели выглядит следующим образом: экспертам предлагается шкала с некоторым числом делений от 1 до 10, позволяющих оценивать каждую пару объектов по степени их сходства. Исследование модели проводится неметрическими методами многомерного шкалирования.

## АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ ДОНБАССА

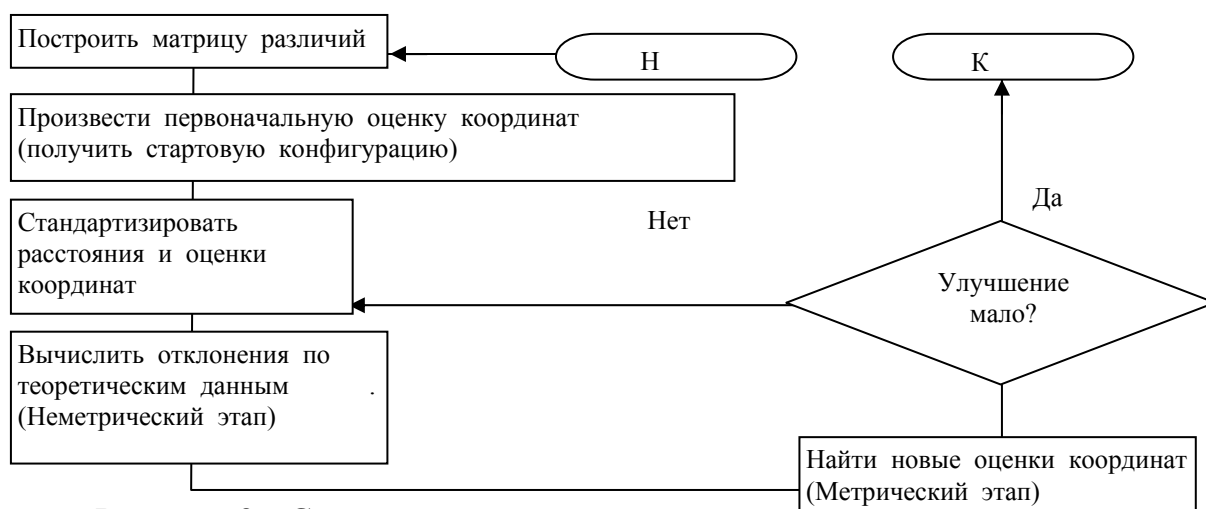


Рисунок 2 - Схема алгоритма

Таблица 1 - Порядковые характеристики различий

Шаг 1		Американская	Японская	Маркетинговая	Гарцбургская	Российская
		1	2	3	4	5
Американская △	1	0	10	6	4	9
Японская □	2	10	0	1	8	5
Маркетинговая ○	3	6	1	0	7	3
Гарцбургская ⬡	4	4	8	7	0	2
Российская ☆	5	9	5	3	2	0

На шаге 2 происходит поиск стартовой конфигурации. Первые приблизительные оценки координат вычислены методом главных факторов. Получены нестандартизованные характеристики по первым двум координатным осям. В исследовании использован метод главных факторов - алгоритм Хотеллинга. Таким образом, дана исходная корреляционная матрица.

На следующем этапе проводится преобразование исходной матрицы в удобную форму, с целью стандартной итерации согласно алгоритма.

Таблица 2 – Преобразование исходной матрицы для итерации

Признак	$R_n$					$S_i^{(1)} = \sum_j r_{ij}$	$\alpha^{(1)} = \frac{S_i^{(1)}}{S_{\max}^{(1)}}$
	X1	X2	X3	X4	X5		
X1	0	10	6	4	9	29	1
X2	10	0	1	8	5	24	0,82759
X3	6	1	0	7	3	17	0,58621
X4	4	8	7	0	2	21	0,72414
X5	9	5	3	2	0	19	0,65517

Таблица 3 - Первый цикл итерации: возведение в квадрат корреляционной матрицы

	$R_h^2 = R_h' R_h$					$S_i^{(2)} = \sum_j r_{ij}$	$P_i^{(2)} = R_h S_i^{(1)}$	$\alpha_i^{(2)} = \frac{P_i^{(2)}}{P_{\max}^{(2)}}$	$d_i =  \alpha_i^{(2)} - \alpha_i^{(1)} $
Признак	X1	X2	X3	X4	X5				
X1	233	83	65	140	76	597	597	1,000	0,000
X2	83	190	131	57	109	570	570	0,955	0,127
X3	65	131	95	38	73	402	402	0,673	0,087
X4	140	57	38	133	97	465	465	0,779	0,055
X5	76	109	73	97	119	474	474	0,794	0,139

Аналогично проведены второй и третий циклы итераций, где приведена корреляционная матрица в четвертой и в восьмой степени соответственно.

Перейдем к определению нагрузок первого главного фактора:

Таблица 4 - Вычисление нагрузок первого главного фактора

Признак	$\alpha_i^{(5)} = U_i$	$\beta_i = R_h \cdot \alpha_i^{(5)}$	$A = \frac{U_i \sqrt{\lambda_1}}{\left(\sum_i U_i^2\right)^{1/2}}$
X1	1,000	22,644	2,595
X2	0,904	20,458	2,345
X3	0,639	14,466	1,658
X4	0,759	17,197	1,971
X5	0,749	16,953	1,943
Собственное число: $\max \beta_i = \lambda_1 = 22,6443$			Вектор факторных нагрузок

Итогами первой итерации будут:

а) Первое собственное число  $\lambda_1 = 22,6443$

б) Вектор факторных нагрузок:  $A = (2,595 \ 2,345 \ 1,658 \ 1,971)$

Проверим выполнение требования:  $\sum \alpha_i^2 = \lambda_1 = 22,6443$

Для визуализации представления (двумерного) стимульного пространства, остановимся на определении двух факторных направлений: F1 и F2.

Таблица 5 – Итоговая таблица

	Главный фактор $F_1$	Факторные нагрузки $F_2$
X1	2,595	-2,137
X2	2,345	2,134
X3	1,658	1,421
X4	1,971	-1,445
X5	1,943	0,533

## АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ ДОНБАССА

Шаг 3. Стандартизация оценок координат и расстояний. Стандартизация проводится с целью сохранения пропорций ортонормированного стимульного пространства и избежать вырожденных решений, когда пространство стимулов сжимается до размеров точки и анализ не дает сколько-нибудь значимых результатов. Из большого числа метрических формул используем евклидово расстояние:

$$\delta_{ij}^E = \left( \sum_k (v_{ik} - v_{jk})^2 \right)^{1/2}$$

Шаг 4. Неметрический этап. Алгоритмический шаг предназначен для упорядочения оценок расстояний между стимулами.

Таблица 6 – Исходные ранговые оценки различий объектов и величины расстояний между ними в теоретическом пространстве шкал - первичные и уточненные.

Исходный ранговый порядок $\delta_{ij}$	Стимул	Стимул	Стандартизированные расстояния $d_{ij}$	Ранговый порядок стимулов в пространстве шкал X1, X2 $\hat{\delta}_{ij}$	Улучшенные оценки расстояний $d_{ij}^1$
1	Маркетинговая	Японская	7,062	2	13,309
2	Российская	Гарцбургская	19,555	5	13,309
3	Российская	Маркетинговая	8,784	3	8,784
4	Гарцбургская	Американская	6,851	1	11,345
5	Российская	Японская	15,839	4	11,345
6	Маркетинговая	Американская	35,186	8	31,762
7	Гарцбургская	Маркетинговая	28,339	7	31,762
8	Гарцбургская	Японская	35,394	9	34,678
9	Российская	Американская	26,401	6	34,678
10	Японская	Американская	42,238	10	34,678

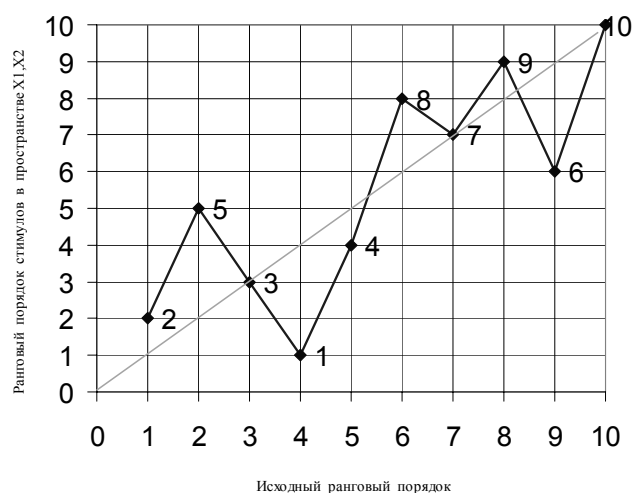


Рисунок 3 – Отношения ранговых порядков стимулов по исходным и теоретическим данным на первой итерации

Шаг 5. Метрический этап. На данном этапе имеющимся исходным и уточненным величинам расстояний находят уточненные оценки координат. Для расчетов используют формулу Лингоса—Роскама:

$$x_{ik}^{c+1} = x_{ik}^c - \frac{1}{j} \sum_j \left( 1 - \frac{d_{ij}^{c+1}}{d_{ij}^c} \right) (x_{ik}^c - x_{jk}^c)$$

Шаг 6. Оценивание соответствий теоретических результатов эмпирическим данным осуществляется при помощи специальных стресс-формул Краскала.

	$X_1$	$X_2$	$d_i^c$	$d_i^{c+1}$
Американская	1,234	-21,133	1,280	-21,489
Японская	1,115	21,105	1,166	19,799
Маркетинговая	0,789	14,050	0,736	12,802
Гарцбургская	0,937	-14,289	0,902	-12,683
Российская	0,924	5,267	0,916	6,571

где:  $Z = Z(x_1^o, x_2^o)$  – координаты стимулов в факторном пространстве.

$Z^1 = Z^1(x_1^1, x_2^1)$  – новые координаты стимулов.

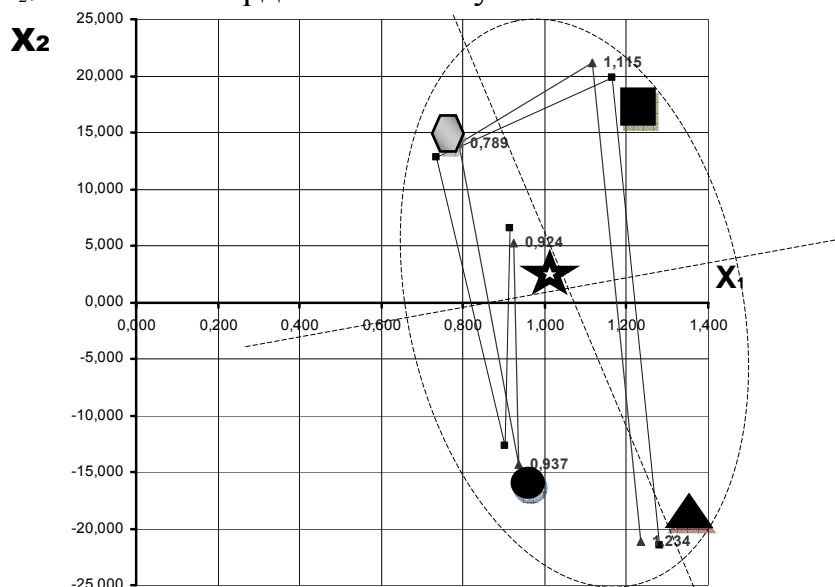


Рисунок 4 - Новые и старые координаты стимулов

### Выводы

Выделены и проанализированы 5 основных моделей управления предприятием. Путем использования неметрических методов многомерного шкалирования построена факторная плоскость с нанесенными координатами стимулов.

### Библиографический список

1. Сошникова Л.А. Многомерный статистический анализ в экономике/ М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. – 598 с.