

УДК 656.13.07

**М. Е. Королев, канд. физ.-мат. наук, доц., Е. А. Королев, канд. физ.-мат. наук,  
доц., В. Л. Гетьманская**

**Автомобильно-дорожный институт ГВУЗ «Донецкий национальный  
технический университет», г. Горловка**

## **ПРИМЕНЕНИЕ НЕМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ МНОГОМЕРНОГО ШКАЛИРОВАНИЯ ПРИ ВЫБОРЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

*Проанализирована деятельность автотранспортных предприятий, определены их виды. Выделены и проанализированы 5 основных моделей управления предприятием. Путем построения алгоритма неметрического шкалирования и матрицы различий, использования методов многомерного шкалирования выделена оптимальная модель управления автотранспортным предприятием. Результаты представлены на графике путем выделения оценок координат. Сделаны выводы относительно оптимальных моделей управления касательно специализированного и смешанного АТП, выведена и обоснована универсальная модель управления.*

### **Введение**

Постепенный выход экономики Украины из глобального экономического кризиса способствует активизации деятельности субъектов хозяйствования, наращиванию объемов производства, поиску новых путей сбыта продукции, в том числе, управлению внешнеэкономической деятельности. В условиях повышенной потребности в перевозке грузов особенно актуальной становится эффективность деятельности автотранспортных предприятий. Так крупные предприятия стремятся к развитию своей сети, а мелкие – дислоцируются в регионах потребителей услуг. В такой ситуации актуальным становится выбор такой модели управления предприятием, которая станет наиболее простой и удобной при существующей оргструктуре управления, качественном построении логистических систем и позволит быстро удовлетворять запросы потребителей.

Вопросам комплексного анализа деятельности предприятия уделили внимание такие авторитетные авторы, как Н. В. Войтоловский, А. П. Калинина, И. И. Мазурова [1], В. Ф. Протасов, А. В. Протасова [2]. Авторы рассмотрели и проанализировали различные методы и модели управления субъектом хозяйствования нескольких форм собственности. Вместе с тем, данные модели имеют теоретический характер и не учитывают специфический отраслевой характер деятельности.

**Цель** исследования – проанализировать деятельность автотранспортного предприятия (АТП) и определить оптимальную модель управления путем использования методов многомерного шкалирования.

Все АТП условно подразделяются на два основных вида: комплексные и кооперированные. К комплексным АТП относятся предприятия, которые, кроме непосредственно транспортных услуг, выполняют также ремонт и техобслуживание транспорта. Кооперированные АТП представлены преимущественно крупными организациями, которые разделены на филиальную сеть. Их автопарк, как правило, насчитывает около 1000 единиц состава, в то время как комплексные – не более 200. По своему назначению предприятия АТП подразделяются на несколько видов (рисунок 1).



Рисунок 1 – Виды АТП

Грузовые АТП представлены как мелкогабаритными автомобилями грузоподъемностью до 3 тонн, так и фургонами с прицепами и полуприцепами грузоподъемностью до 25 тонн. Пассажирские, как правило, – автобусными и легковыми. Специальные АТП представлены особыми видами автотранспорта, такими как скорая помощь, пожарные машины, специализированные автомобили МЧС, предприятия коммунального обслуживания и т. д. Смешанные АТП используют первый и второй виды: преимущественно мелкотоннажный грузовой транспорт и легковые автомобили.

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



Согласно основным типам организации по Оучи, существует 3 вида ведения менеджмента на предприятии (таблица 1) [3]:

Таблица 1 – Типы организации менеджмента по Оучи

Организация типа «А» (американская модель) 	Организация типа «j» (японская модель) 	Организация типа «Z» (маркетинговая модель) 
Найм работников на относительно короткое время	Пожизненный найм работников	Долгосрочный найм
Индивидуальное принятие решений	Умение работать в «команде», ориентация на коллектив, отказ от проявления собственного «Я» на людях, нежелание рисковать	Коллективное принятие решений
Тенденция перехода от узкой специализации к овладению несколькими смежными специальностями	Жизненный опыт, хорошее знание производства	Индивидуальная ответственность
Высокая квалификация, способность к обучению. Повышение по службе происходит быстро	Медленное развитие и продвижение	Медленное развитие и продвижение
Механизмы явного, точного контроля	Специалисты широкого профиля, специальные требования и формы повышения квалификации: обязательная переподготовка; ротация места работы (должности); письменные отчеты о работе	Косвенный неформальный контроль с точными, формализованными критериями
Способствование развитию специализированной карьеры работников (по вертикали)	Личные контакты на основе взаимного доверия	Умеренно специализированная карьера работников
Избирательное (дифференцированное) отношение к работнику как к таковому	Холистический (целостный) подход к работнику как личности	Холистический подход, включая семью

Вместе с тем, в условиях современной экономики активно себя проявили еще 2 вида организации менеджмента: Гарцбургская и Российская модели управления (таблица 2).

Таблица 2 – Характеристика Гарцбургской и Российской моделей управления



Гарцбургская модель 	Российская модель 
Найм работников на относительно короткое время	Найм работников на относительно короткое время
Делегирование полномочий и ответственности	Дуализм: движение к индивидуализму, не полный отказ от коллективизма
Мотивация сотрудников к самостоятельному принятию решений и креативному труду	Осуществление индивидуального контроля, учет индивидуального вклада и оплата согласно ему
Высококвалифицированный и самостоятельно думающий работник	Повышение по службе, основанное на личных способностях
Корпоративный стиль управления	Учитываются деловые качества, способность работника к восприятию нового, настойчивость
Принципы контроля, заложенные в систему	Отношения строятся на практицизме
Задачи и компетенции целесообразно передаются на тот иерархический уровень организации, к которому они принадлежат	Опора на трудолюбие работника, ориентация на старательность и пунктуальность

Таким образом, проанализированы основные модели управления на предприятии. Однако выделить одну идеально подходящую в качестве системы управления автотранспортным предприятием сложно. В исследовании предлагается выбор оптимальной модели управления путем использования методов многомерного шкалирования (МШ) [4; 5]. 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. По результатам экспертного оценивания получают  $n(n-1)/2$  пар объектов, упорядоченных по ранговым характеристикам сходств, что позволяет получить матрицу различий, содержащую ранговые данные – характеристики непохожести анализируемых объектов.

### **Основные результаты исследования**

Экспертами автотранспортного предприятия составляется таблица различий моделей управления автотранспортных предприятий. На основании таблицы 3 неметрическими методами многомерного шкалирования реализуется модель. Алгоритм модели приведен в блок-схеме (рисунок 2).

Таблица 3 – Порядковые характеристики различий моделей управления автотранспортных предприятий

Шаг 1		Американская	Японская	Маркетинговая	Гарцбургская	Российская
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1	2	3	4	5	6	7
Американская 	<b>1</b>	0	10	6	4	9
Японская 	<b>2</b>	10	0	1	8	5

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
Маркетинговая ○	3	6	1	0	7	3
Гарцбургская ◇	4	4	8	7	0	2
Российская ☆	5	9	5	3	2	0

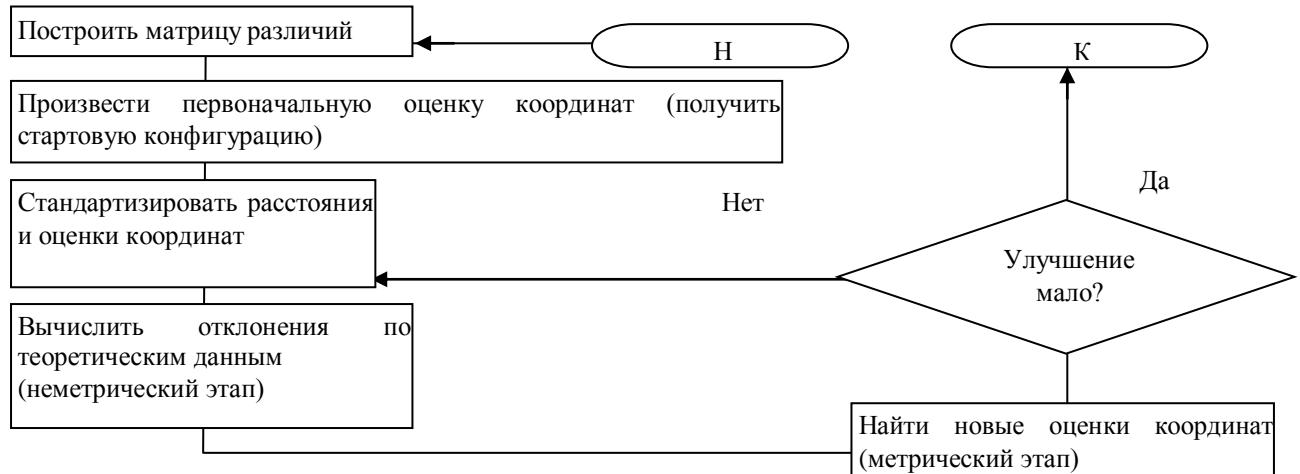


Рисунок 2 – Схема алгоритма неметрического МШ

Затем 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:

$$R_h = \begin{pmatrix} 0 & 10 & 6 & 4 & 9 \\ 10 & 0 & 1 & 8 & 5 \\ 6 & 1 & 0 & 7 & 3 \\ 4 & 8 & 7 & 0 & 2 \\ 9 & 5 & 3 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

На следующем этапе проводится преобразование исходной матрицы в удобную форму с целью стандартной итерации, согласно алгоритма (таблица 4).

Таблица 4 – Преобразование исходной матрицы для итерации

Признак	$R_h$					$S_i^{(1)} = \sum_j r_{ij}$	$\alpha^{(1)} = \frac{S_i^{(1)}}{S_{\max}}$
	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

Возводим в квадрат корреляционную матрицу (таблица 5).

Таблица 5 – Первый цикл итерации: возведение в квадрат корреляционной матрицы

Признак	$R_h^2 = R_h' R_h$					$S_i^{(2)} = \sum_j r_{ij}$	$P_i^{(2)} = R_h S_i^{(1)}$	$\alpha_i^{(2)} = \frac{P_i^{(2)}}{P_{\max}}$	$d_i =  \alpha_i^{(2)} - \alpha_i^{(1)} $
	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. Оценки  $S$  и  $P$  подтверждают правильность проведенных вычислений, следовательно оценки компонента первого собственного вектора можно считать достоверными (таблица 6).

Таблица 6 – Четвертый цикл итерации: корреляционная матрица в шестнадцатой степени

Признак	$R_h^{16} = R_h^8 R_h^8$					$S_i^{(5)} = \sum_j r_{ij}$	$P_i^{(5)} = R_h^4 S_i^{(4)}$	$\alpha_i^{(5)} = \frac{P_i^{(5)}}{P_{\max}}$
	X1	X2	X3	X4	X5			
X1	1,4E+21	1,3E+21	9,1E+20	1,1E+21	1,1E+21	5,8E+21	5,8E+21	1,000
X2	1,3E+21	1,2E+21	8,2E+20	9,7E+20	9,6E+20	5,2E+21	5,2E+21	0,904
X3	9,1E+20	8,2E+20	5,8E+20	6,9E+20	6,8E+20	3,7E+21	3,7E+21	0,639
X4	1,1E+21	9,7E+20	6,9E+20	8,2E+20	8,1E+20	4,4E+21	4,4E+21	0,759
X5	1,1E+21	9,6E+20	6,8E+20	8,1E+20	8E+20	4,3E+21	4,3E+21	0,749

Перейдем к определению нагрузок первого главного фактора из таблицы 6 (таблица 7).

Таблица 7 – Вычисление нагрузок первого главного фактора

Признак	$\alpha_i^{(5)} = U_i$	$\beta_1 = R_h \alpha_i^{(5)}$	$A = \frac{U_1 \sqrt{\lambda_1}}{\left(\sum_i U_{1i}^2\right)^{1/2}}$
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: $\max \beta_1 = \lambda_1 = 22,6443$			

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:  $\sum_i a_i^2 = \lambda_1 = 22,6443$ .

Остается определить матрицу парных корреляций ( $R_h^+$ ) и решить вопрос о необходимости выполнения второй итерации с поиском второго собственного числа  $\lambda_2$  и вектора факторных нагрузок:  $A_2 R_h^+ = A \cdot A'$

$$R_h^+ = \begin{pmatrix} 2,595349 \\ 2,3449 \\ 1,65807 \\ 1,97106 \end{pmatrix} (2,595 \quad 2,345 \quad 1,658 \quad 1,971 \quad 1,943) =$$

$$= \begin{pmatrix} 6,736 & 6,086 & 4,303 & 5,116 & 5,043 \\ 6,086 & 5,499 & 3,888 & 4,622 & 4,556 \\ 4,303 & 3,888 & 2,749 & 3,268 & 3,222 \\ 5,116 & 4,622 & 3,268 & 3,885 & 3,830 \\ 5,043 & 4,556 & 3,222 & 3,830 & 3,776 \end{pmatrix}.$$

Разность матриц  $R_h - R_h^+$  покажет остаточную, не объясненную первым главным фактором, корреляцию и поможет ответить на вопрос о целесообразности выделения второго главного фактора:

$$R_1 = R_h - R_h^+ = \begin{pmatrix} 0 & 10 & 6 & 4 & 9 \\ 10 & 0 & 1 & 8 & 5 \\ 6 & 1 & 0 & 7 & 3 \\ 4 & 8 & 7 & 0 & 2 \\ 9 & 5 & 3 & 2 & 0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 6,736 & 6,086 & 4,303 & 5,116 & 5,043 \\ 6,086 & 5,499 & 3,888 & 4,622 & 4,556 \\ 4,303 & 3,888 & 2,749 & 3,268 & 3,222 \\ 5,116 & 4,622 & 3,268 & 3,885 & 3,830 \\ 5,043 & 4,556 & 3,222 & 3,830 & 3,776 \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} -6,736 & 3,914 & 1,697 & -1,116 & 3,957 \\ 3,914 & -5,499 & -2,888 & 3,378 & 0,444 \\ 1,697 & -2,888 & -2,749 & 3,732 & -0,222 \\ -1,116 & 3,378 & 3,732 & -3,885 & -1,830 \\ 3,957 & 0,444 & -0,222 & -1,830 & -3,776 \end{pmatrix}.$$

Матрица первых остаточных коэффициентов корреляции содержит еще достаточно большие величины и вполне допускает оценку второго главного фактора. Последующее выполнение второй итерации аналогично первой, только вычисления производятся на данных матрицы остатков  $R_1$ . Вторая итерация: корреляционная матрица остатков (таблица 8).

$$R_1 = \begin{pmatrix} -6,7358 & 3,91419 & 1,69675 & -1,1156 & 3,95696 \\ 3,914 & -5,499 & -2,888 & 3,378 & 0,44359 \\ 1,697 & -2,888 & -2,749 & 3,732 & -0,221817 \\ -1,116 & 3,378 & 3,732 & -3,885 & -1,83 \\ 3,957 & 0,444 & -0,222 & -1,830 & -3,7757 \end{pmatrix}.$$

Таблица 8 – Преобразование исходной матрицы для итерации

	$R_1$					$S_i^{(1)} = \sum_j r_{ij}$	$\alpha_i^{(1)} = \frac{S_i^{(1)}}{S_{\max}}$
Признак	X1	X2	X3	X4	X5		
X1	-6,7358	3,91419	1,69675	-1,1156	3,95696	1,71653	1
X2	3,91419	-5,4985	-2,888	3,37806	0,44359	-0,6507	-0,3791
X3	1,69675	-2,888	-2,7492	3,73184	-0,2218	-0,4304	-0,2508
X4	-1,1156	3,37806	3,73184	-3,8851	-1,83	0,27922	0,16267
X5	3,95696	0,44359	-0,2218	-1,83	-3,7757	-1,427	-0,8313

Возводим в квадрат корреляционную матрицу (таблица 9).

Таблица 9 – Первый цикл 2 итерации: возведение в квадрат корреляционной матрицы

	$R_1^2 = R_1' R_1$					$S_i^{(2)} = \sum_j r_{ij}$	$P_i^{(2)} = R_1 S_i^{(1)}$	$\alpha_i^{(2)} = \frac{P_i^{(1)}}{P_{\max}}$
Признак	X1	X2	X3	X4	X5			
X1	80,4727	-54,801	-32,439	24,1615	-38,192	-20,797	-20,797	-1,000
X2	-54,801	65,5035	42,9689	-47,654	5,83306	11,8501	11,8501	0,570
X3	-32,439	42,9689	32,7534	-36,001	0,05092	7,33363	7,33363	0,353
X4	24,1615	-47,654	-36,001	45,0253	10,2757	-4,1928	-4,1928	-0,202
X5	-38,192	5,83306	0,05092	10,2757	33,5083	11,4759	11,4759	0,552

Аналогично проведены второй и третий циклы итераций, где приведена корреляционная матрица в четвертой и в восьмой степени соответственно. Оценки  $S$  и  $P$  подтверждают правильность проведенных вычислений, следовательно, оценки компонента первого собственного вектора можно считать достоверными (таблица 10).

Таблица 10 – Четвертый цикл 2 итерации: корреляционная матрица в шестнадцатой степени

	$R_1^{16} = R_1^8 R_1^8$					$S_i^{(5)} = \sum_j r_{ij}$	$P_i^{(5)} = R_1^4 S_i^{(4)}$	$\alpha_i^{(2)} = \frac{P_i^{(5)}}{P_{\max}}$
Признак	X1	X2	X3	X4	X5			
X1	3,8E+08	-4E+08	-2E+08	2,5E+08	-1E+08	-9E+07	-1E+17	-1,000
X2	-4E+08	3,8E+08	2,5E+08	-3E+08	9E+07	8,8E+07	9,9E+16	0,999
X3	-2E+08	2,5E+08	1,7E+08	-2E+08	5,9E+07	5,8E+07	6,6E+16	0,665
X4	2,5E+08	-3E+08	-2E+08	1,8E+08	-6E+07	-6E+07	-7E+16	-0,676
X5	-1E+08	9E+07	5,9E+07	-6E+07	3,3E+07	2,5E+07	2,5E+16	0,249

Перейдем к определению нагрузок второго главного фактора (таблица 11).

Таблица 11 – Вычисление нагрузок второго главного фактора

Признак	$\alpha_i^{(5)} = U_2$	$\beta_2 = R_h \cdot \alpha_i^{(5)}$	$A = \frac{U_2 \sqrt{\lambda_2}}{\left(\sum_i U_{2i}^2\right)^{1/2}}$
<b>X1</b>	-1,000	13,513	-2,137
<b>X2</b>	0,999	-13,499	2,134
<b>X3</b>	0,665	-8,987	1,421
<b>X4</b>	-0,676	9,141	-1,445
<b>X5</b>	0,249	-3,365	0,533
Собственное число: $\max \beta_2 = \lambda_2 = 13,5133$			

Итогами первой итерации будет первое собственное число  $A_2 := 13,5133$ . Остается определить матрицу парных корреляций и решить вопрос о необходимости выполнения второй итерации с поиском второго собственного числа  $\lambda_2$  и вектора факторных нагрузок  $R_h^+ = A \cdot A'$ :

$$R_h^+ = \begin{pmatrix} -2,1372 \\ 2,13431 \\ 1,42087 \\ -1,445 \\ 0,53262 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} -2,137 & 2,1343 & 1,42087 & -1,445 & 0,53226 \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} 4,567 & -4,561 & -3,037 & 3,088 & -1,138 \\ -4,561 & 4,555 & 3,033 & -3,084 & 1,137 \\ -3,037 & 3,033 & 2,019 & -2,053 & 0,757 \\ 3,088 & -3,084 & -2,053 & 2,088 & -0,770 \\ -1,138 & 1,137 & 0,757 & -0,770 & 0,284 \end{pmatrix}.$$

Разность матриц  $R_1 - R_h^+$  покажет остаточную, не объясненную вторым главным фактором, корреляцию и поможет ответить на вопрос о целесообразности выделения третьего главного фактора:

$$R_2 = R_1 - R_h^+ = \begin{pmatrix} -6,74 & 3,91 & 1,70 & -1,12 & 3,96 \\ 3,91 & -5,50 & -2,89 & 3,38 & 0,44 \\ 1,70 & -2,89 & -2,75 & 3,73 & -0,22 \\ -1,12 & 3,38 & 3,73 & -3,89 & -1,83 \\ 3,96 & 0,44 & -0,22 & -1,83 & -3,78 \end{pmatrix} -$$

$$- \begin{pmatrix} 4,57 & -4,56 & -3,04 & 3,09 & -1,14 \\ -4,56 & 4,56 & 3,03 & -3,08 & 1,14 \\ -3,04 & 3,03 & 2,02 & -2,05 & 0,76 \\ 3,09 & -3,08 & -2,05 & 2,09 & -0,77 \\ -1,14 & 1,14 & 0,76 & -0,77 & 0,28 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -11,30 & 8,48 & 4,73 & -4,20 & 5,10 \\ 8,48 & -10,05 & -5,92 & 6,46 & -0,69 \\ 4,73 & -5,92 & -4,77 & 5,78 & -0,98 \\ -4,20 & 6,46 & 5,78 & -5,97 & -1,06 \\ 5,10 & -0,69 & -0,98 & -1,06 & -4,06 \end{pmatrix}.$$

Для визуализации представления (двумерного) стимульного пространства, остановимся на определении двух факторных направлений:  $F_1$  и  $F_2$  (таблица 12).



Таблица 12 – Итоговая таблица

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

Шаг 3. Стандартизация оценок координат и расстояний. Стандартизация проводится с целью сохранения пропорций ортонормированного стимульного пространства и избежания 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:

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

Приводим в таблицу нестандартизованные и стандартизованные оценки координат и расстояний (таблица 13).

Таблица 13 – Нестандартизованные и стандартизованные оценки координат и расстояний

		Нестандартизованные оценки						
		координат		расстояний				
		X1	X2	$d_{ij}$				
Американская	<b>1</b>	( 2,59534	- 2,1372 )	( 0	4,279	3,679	0,932	2,740 )
Японская	<b>2</b>	2,3449	2,13431	4,279	0,000	0,990	3,599	1,650
Маркетинговая	<b>3</b>	1,65807	1,42087	3,679	0,990	0	2,883	0,930
Гарцбургская	<b>4</b>	1,97106	- 1,445	0,932	3,599	2,883	0	1,970
Российская	<b>5</b>	( 1,94311	0,53262 )	( 2,748	1,651	0,933	1,978	0 )
		Стандартизованные оценки						
		координат $z_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j}$		расстояний $d_{ij}$				
Американская	<b>1</b>	( 1,234	- 21,133 )	( 0	42,238	35,186	6,851	26,401 )
Японская	<b>2</b>	1,115	21,105	42,238	0	7,062	35,394	15,839
Маркетинговая	<b>3</b>	0,789	14,050	35,186	7,062	0	28,339	8,784
Гарцбургская	<b>4</b>	0,937	- 14,289	6,851	35,394	28,339	0	19,555
Российская	<b>5</b>	( 0,924	5,267 )	( 26,401	15,839	8,784	19,555	0 )

Шаг 4. Неметрический этап. Алгоритмический шаг предназначен для упорядочения оценок расстояний между стимулами (таблица 14).

Таблица 14 – Исходные ранговые оценки различий объектов и величины расстояний между ними в теоретическом пространстве шкал – первичные и уточненные

Исходный ранговый порядок, $\delta_{ij}$	Стимул	Стимул	Стандартизованные расстояния, $d_{ij}$	Ранговый порядок стимулов в пространстве $X_1, X_2$ , $\hat{\delta}_{ij}$	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

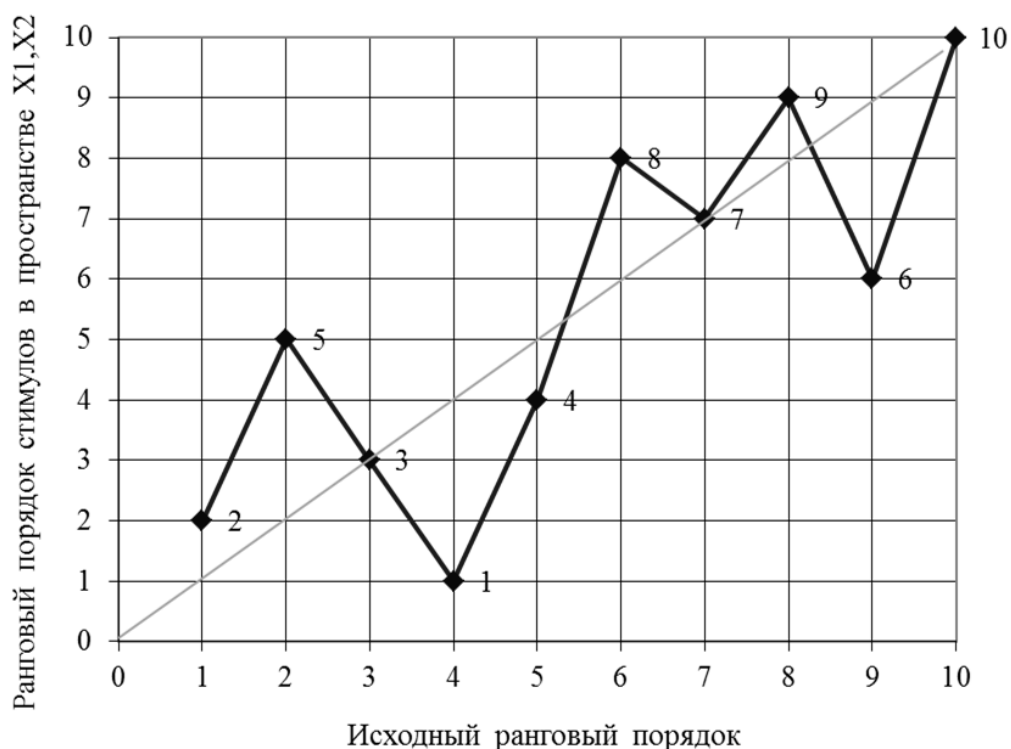


Рисунок 3 – Отношения ранговых порядков стимулов по исходным и теоретическим данным на первой итерации

Исходные и улучшенные оценки различий стран сведем в таблицу 15. С переходом от оценок  $d_i^c$  к уточненным оценкам  $d_i^{c+1}$  ( $c+1$  – первой итерации) неметрический этап завершается.

Таблица 15 – Проверка на существенность улучшения теоретических оценок расстояний с использованием стресс-формул Дж. Краскала

Стимул	Стимул	Исход. ранг. оценка	$d_{ij}^0$	$d_{ij}^1$	$(d_{ij}^0)^2$	$(d_{ij}^0 - d_{ij}^1)^2$	$(d_{ij}^1 - d_{..})^2$
Маркетинговая	Японская	1	7,062	13,309	49,876	39,0184	85,677
Российская	Гарцбургская	2	19,555	13,309	382,407	39,0184	85,677
Российская	Маркетинговая	3	8,784	8,784	77,165	0,0000	189,904
Гарцбургская	Американская	4	6,851	11,345	46,933	20,1980	125,887
Российская	Японская	5	15,839	11,345	250,880	20,1980	125,887
Маркетинговая	Американская	6	35,186	31,762	1238,035	11,7196	84,592
Гарцбургская	Маркетинговая	7	28,339	31,762	803,096	11,7196	84,592
Гарцбургская	Японская	8	35,394	34,678	1252,716	0,5128	146,717
Российская	Американская	9	26,401	34,678	697,033	68,4963	146,717
Японская	Американская	10	42,238	34,678	1784,030	57,1559	146,717
		$\Sigma$	225,649	225,649	6582,170	268,037	1222,368

$$d_{..}^1 = 225,649/10 = 22,565,$$

$$S_1 = \sqrt{268,037/6582,170} = 0,202,$$

$$S_2 = \sqrt{268,037/1222,368} = 0,468.$$

Шаг 5. Метрический этап. На данном этапе имеющимся исходным и уточненным величинам расстояний ( $d_i^c$  и  $d_i^{c+1}$ ) находят уточненные оценки координат. Для расчетов используют формулу Лингоса-Роскама:

$$x_{ik}^{c+1} = x_{ik}^c - \frac{1}{j} \sum_j \left( 1 - \frac{d_{ij}^{c+1}}{d_{ij}^c} \right) (x_{ik}^c - x_{jk}^c). \quad (2)$$

Шаг 6. Оценка соответствий монотонных ранговых эмпирических и теоретических данных. Собственно проверке на монотонность подлежат теоретические данные  $d_i^c$  и  $d_i^{c+1}$ , рассматривается степень их улучшения на прошлой итерации. Если улучшение существенное, то итерация возобновляется после стандартизации полученных на шаге 5 оценок координат и расстояний, если же улучшение мало, то итерации заканчиваются, и приступают к интерпретации итогов анализа. Оценивание соответствий теоретических результатов эмпирическим данным осуществляется при помощи специальных стресс-формул. Стресс-формулы Краскала:

$$S_1 = \left( \frac{\sum_{ij} (d_{ij}^0 - d_{ij}^1)^2}{\sum_{ij} d_{ij}^{0^2}} \right)^{1/2}, \quad (3)$$

$$S_2 = \left( \frac{\sum_{ij} (d_{ij}^0 - d_{ij}^1)^2}{\sum_{ij} (d_{ij}^1 - d_{..})^2} \right)^{1/2}, \quad (4)$$

$$d_{..} = \frac{1}{ij} \sum_{ij} d_{ij}, \quad (5)$$

где  $d_{..}$  – среднее арифметическое всех оцененных расстояний.

Расчет стресс-формулы продемонстрируем на данных таблицы 14 выбрав  $S_1$  и  $S_2$  Дж. Краскала. Посмотрим, насколько улучшены оценки по сравнению с полученными ранее оценками. Задачу интерпретации величин, исчисленных по стресс-формулам, облегчают известные заранее стандартные характеристики (таблица 16).

Таблица 16 – Содержательная оценка величин, исчисленных по стресс-формулам  $S_1$  и  $S_2$  (Дж. Краскала)

Степень соответствия	Для формулы		
	$S_1$	$S_2$	
Низкая	0,2	0,4	$S_1 = 0,202$
Удовлетворительная	0,1	0,2	$S_2 = 0,468$
Хорошая	0,05	0,15	
Отличная	0,025	0,1	
Превосходная	0	0	

Согласно данным таблицы 16 значения критериев  $S_1$  и  $S_2$ , рассчитанных в таблице 13, дают основания судить о результатах нашего решения как:

- по критерию  $S_1$  – низких;
- по критерию  $S_2$  – низких.

Возвращаемся к шагу 5. Для вычисления формулы Лингоса-Роскама предположим, что  $k = 1$ ,  $c = 0$  и выпишем матрицы расстояний –  $d_{ij}^1$  и  $d_{ij}^0$ . Из формулы Лингоса-Роскама получаем:

$$\stackrel{c=0, k=1}{\Rightarrow} x_i^1 = x_i^0 - \frac{1}{j} \sum_j \left( 1 - \frac{d_i^1}{d_i^0} \right) (x_i^0 - x_j^0). \quad (6)$$

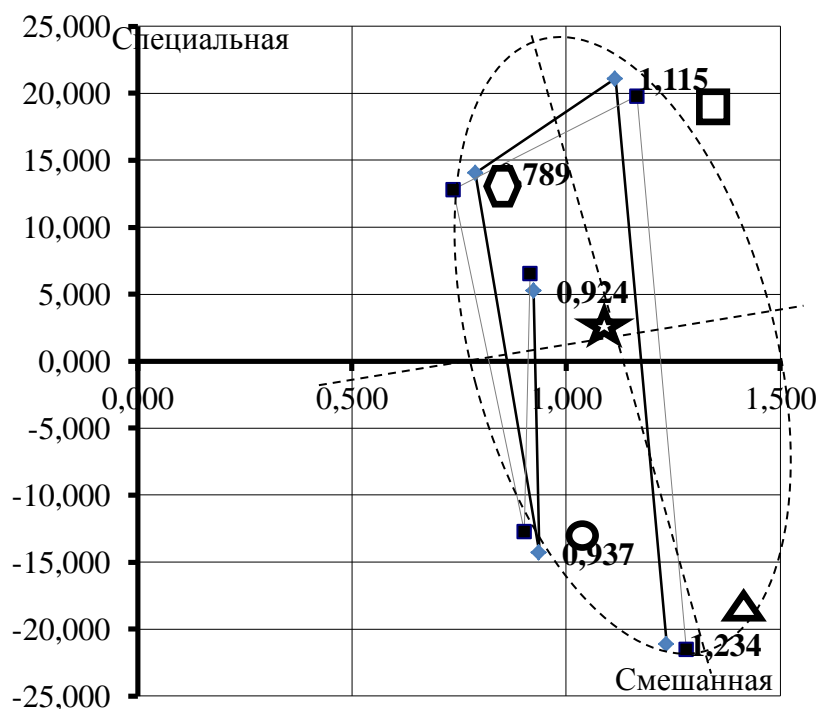
$$d_{ij}^0 = \begin{pmatrix} \begin{matrix} \text{Американская} \\ \text{Японская} \\ \text{Маркетинговая} \\ \text{Гарцбургская} \\ \text{Российская} \end{matrix} & \begin{matrix} \text{Американская} \\ \text{Японская} \\ \text{Маркетинговая} \\ \text{Гарцбургская} \\ \text{Российская} \end{matrix} \end{pmatrix} = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{Американская} & \text{Японская} & \text{Маркетинговая} & \text{Гарцбургская} & \text{Российская} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{Американская} \\ \text{Японская} \\ \text{Маркетинговая} \\ \text{Гарцбургская} \\ \text{Российская} \end{matrix} & \begin{matrix} & 42,238 & 35,186 & 6,851 & 26,401 \\ 42,238 & & 7,062 & 35,394 & 15,839 \\ 35,186 & 7,062 & & 28,339 & 8,784 \\ 6,851 & 35,394 & 28,339 & & 19,555 \\ 26,401 & 15,839 & 8,784 & 19,555 & \end{matrix} \end{matrix}$$

$$d_{ij}^1 = \begin{pmatrix} \begin{matrix} \text{Американская} \\ \text{Японская} \\ \text{Маркетинговая} \\ \text{Гарцбургская} \\ \text{Российская} \end{matrix} & \begin{matrix} \text{Американская} \\ \text{Японская} \\ \text{Маркетинговая} \\ \text{Гарцбургская} \\ \text{Российская} \end{matrix} \end{pmatrix} = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{Американская} & \text{Японская} & \text{Маркетинговая} & \text{Гарцбургская} & \text{Российская} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{Американская} \\ \text{Японская} \\ \text{Маркетинговая} \\ \text{Гарцбургская} \\ \text{Российская} \end{matrix} & \begin{matrix} & 34,678 & 31,762 & 11,345 & 34,678 \\ 34,678 & & 13,309 & 34,678 & 11,345 \\ 31,762 & 13,309 & & 31,762 & 8,784 \\ 11,345 & 34,678 & 31,762 & & 13,309 \\ 34,678 & 11,345 & 8,784 & 13,309 & \end{matrix} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} \text{Американская} \\ \text{Японская} \\ \text{Маркетинговая} \\ \text{Гарцбургская} \\ \text{Российская} \end{matrix} Z = \begin{pmatrix} X_1 & X_2 \\ 1,234 & -21,133 \\ 1,115 & 21,105 \\ 0,789 & 14,050 \\ 0,937 & -14,289 \\ 0,924 & 5,267 \end{pmatrix} ; Z^1 = \begin{pmatrix} X_1 & X_2 \\ 1,280 & -21,489 \\ 1,166 & 19,799 \\ 0,736 & 12,802 \\ 0,902 & -12,683 \\ 0,916 & 6,571 \end{pmatrix}.$$

где:  $Z = Z(x_1^0, x_2^0)$  – старые координаты стимулов в факторном пространстве  $X_1, X_2$ .

$Z^1 = Z^1(x_1^1, x_2^1)$  – нанесем новые и старые координаты стимулов в факторное пространство  $F_1, F_2$  (рисунок 4).



- ▲ – Американская модель управления
- – Японская модель управления
- – Маркетинговая модель управления
- ⬡ – Гарцбургская модель управления
- ★ – Российская модель управления

Рисунок 4 – Новые и старые координаты стимулов в факторном пространстве

### Выводы

На основе проведенного анализа «неметрических методов многомерного шкалирования» и полученных представлений стимулов моделей управления автотранспортных предприятий в факторном пространстве F1 (смешанная) и F2 (специальная) идентифицирована оптимальная модель управления АТП как «российская модель».

### Список литературы

1. Комплексный экономический анализ предприятия / под ред. Н. В. Войтоловского, А. П. Калининой, И. И. Мазуровой. – СПб., 2009. – 576 с.  
Kompleksnyy ekonomicheskiy analiz predpriyatiya (Complex Economic Analysis of Enterprise) / pod. red. N. V. Voytolovskogo, A. P. Kalininoi, I. I. Mazurovoyo. – SPb., 2009. – 576 s.
2. Протасов В. Ф. Анализ деятельности предприятия (фирмы): производство, экономика, финансы, инвестиции, маркетинг, оценка персонала: учеб. пособие. – В. Ф. Протасов, А. В. Протасова. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 522 с.  
Protasov V. F. Analiz deyatel'nosti predpriyatiya (firmy): proizvodstvo, ekonomika, finansy, investitsii, marketing, otsenka personala: ucheb. posobiye (Analysis of Enterprise (Firm) Activity: Production, Economics, Finances, Investments, Marketing, Personnel Assessment: Textbook). – V. F. Protasov, A. V. Protasova. – 2-ye izd. pererab. i dop. – M.: Finansy i statistika, 2005. – 522 s.
3. Менеджмент / В. В. Абакумов, А. А. Голубев, В. П. Кустарев; под редакцией В. И. Подлесных. – Электрон. учебн. – Режим доступа: [http://de.ifmo.ru/bk\\_netra/page.php?dir=1&tutindex=3&index=11&layer=2](http://de.ifmo.ru/bk_netra/page.php?dir=1&tutindex=3&index=11&layer=2).  
Menedzhment (Management) / V. V. Abakumov, A. A. Golubev, V. P. Kustarev; pod redaktsiyey V. I. Podlesnykh. – Elektron. uchebn. – Rezhim dostupa: [http://de.ifmo.ru/bk\\_netra/page.php?dir=1&tutindex=3&index=11&layer=2](http://de.ifmo.ru/bk_netra/page.php?dir=1&tutindex=3&index=11&layer=2).
4. Дейвисон М. Многомерное шкалирование: методы наглядного представления данных / пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 254 с.

Deyvison M. Mnogomernoye shkalirovaniye: metody naglyadnogo predstavleniya dannykh (Multidimensional Scaling: Method for Visual Presentation of Data) / per. s angl. – М.: Finansy i statistika, 1988. – 254 s.

5. Многомерный статистический анализ в экономике: учеб. пособие для вузов / Л. А. Сошникова, В. Н. Тимашевич, Г. Уебе, М. Шеффер; под ред. проф. В. Н. Тимашевича. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 598 с.

Mnogomernyy staticheskiy analiz v ekonomike: ucheb. posobiye dlya vuzov (Multidimensional Statistical Analysis in Economics: Textbook) / L. A. Soshnikova, V. N. Timashevich, G. Uebe, M. Sheffer; pod red. prof. V. N. Timashevicha. – М.: YUNITI-DANA, 1999. – 598 s.

Рецензент: канд. екон. наук, доц. Т. Є. Василенко, АДІ ДонНТУ  
Стаття надійшла до редакції: 10.01.2014