

УДК 519.6,51-7

**М. Е. Королёв, канд. физ-мат. наук, Н. Н. Дудникова, канд. техн. наук****Автомобильно-дорожный институт****ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка****ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОСОБЕННОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ**

*Реализована обобщенная модель поиска индивидуальных различий Такера для нахождения шкал и представления в координатном пространстве как стимулов, так и субъектов, их оценивающих, применительно к движению автомобиля при различных скоростях и условиях движения. Для подтверждения автоматизации теоретических выкладок рассмотрены исходные матрицы различий размерностью  $3 \times 3$  и получено графическое представление стимулов в факторном пространстве с возможностью распространения данной модели на матрицы различий произвольной размерности.*

**Ключевые слова:** метод экспертной оценки, модель Такера, автомобиль, увод колеса, факторное пространство, критерий качества

**Введение**

Базы знаний интеллектуальных информационных систем, в практических реализациях используют данные, источниками которых являются специалисты-эксперты. Получение знаний от экспертов, обработка этих знаний и внесение их в хранилище системы – ответственная и трудная работа. От того, насколько эффективно будет сделана эта работа, во многом зависит качество (а иногда и возможность) решения системой задач поиска, анализа и синтеза информации.

Совокупность приемов сбора и обработки знаний и данных, которые готовы предоставить эксперты, получила название метода экспертных оценок [1–3]. Мнения экспертов, их знания и суждения в отношении процессов и явлений, не поддающихся инструментальному измерению, порой являются единственной информацией, которая может составлять содержание системы по конкретной проблеме или задаче [4].

Знания, получаемые от экспертов, иногда имеют характер довольно свободных высказываний, рассуждений или даже графических документов. В каждом конкретном случае они могут иметь самый различный вид [5]. Но в любом случае они представляют собой интеллектуальный ресурс, от качества предварительной обработки которого зависит полнота их использования при решении конкретных задач.

Информация, подвергаемая экспертизе, бывает разного свойства. Это могут быть оценка важности различных свойств объектов для отображения их в качестве показателей, учитываемых критерием сравнительной оценки альтернатив, или оценка предпочтительности отношений между сущностями предметной области, или альтернативная формулировка правил логического вывода и пр. [6].

Экспертиза в ее измерительном аспекте характерна тем, что в ней инструментом измерения является человек [7]. Результаты измерений и оценки, выносятся людьми в отношении тех или иных явлений, процессов, закономерностей, свойств и т. д., являются субъективными.

**Анализ последних исследований**

Основными видами субъективных экспертных оценок являются: ранжирование, парное сравнение, непосредственное оценивание, последовательное сравнение, классификация.

Ранжирование – это процедура упорядочения некоторой совокупности однородных и сравнимых по своим признакам понятий в порядке возрастания или убывания их предпочтительности. Результатом ранжирования может быть назначение экспертом (или экспертами)

неких числовых оценок предпочтительности оцениваемым понятиям или данным. Обычно ранжируемые понятия или данные принято называть объектами или альтернативами [7].

В результате ранжирования может сложиться одна из таких ситуаций: все объекты получили разные оценки предпочтительности или в результате ранжирования образовались одна или несколько групп, внутри которых объекты имеют одинаковые оценки, но все такие группы разнятся по общей предпочтительности входящих в них объектов.

Сущность метода парных сравнений заключается в том, что каждый эксперт составляет матрицу парных сравнений (МПС) размерностью  $N \times N$  (где  $N$  – число попарно оцениваемых альтернатив) [5]. Эта матрица задает структуру предпочтений эксперта, которая может быть простой или взвешенной.

Простая структура предпочтений отражает лишь факт предпочтения одной альтернативы над другой и не отражает степень такого предпочтения.

Взвешенная структура предпочтений учитывает относительные значимости сравниваемых альтернатив, определенные на всем множестве рассматриваемых альтернатив. Эти относительные значимости иногда называются «весами» (отсюда и название «взвешенная структура предпочтений»). Относительные значимости или веса сравниваемых альтернатив всегда назначаются в виде безразмерных нормированных коэффициентов, значения каждого из которых не превосходит 1, а сумма весов всех рассматриваемых альтернатив должна быть равна 1. Весовые коэффициенты, как и индивидуальные МПС, отражают субъективные мнения экспертов.

Элементы ( $N \times N$ ) квадратной МПС обычно отражают какую-то одну условную шкалу или одно правило числовой оценки различий в предпочтительности попарно сравниваемых альтернатив  $A_j$  и  $A_v$ . Эти шкалы и правила принято называть калибровками [7].

Вероятностная калибровка (В-калибровка) применяется в тех случаях, когда при парном сравнении альтернатив сравнительная оценка предпочтительности не может обладать свойством детерминированности (определенности). Тогда в качестве значений этих оценок берется вероятность того, что  $j$ -я альтернатива окажется предпочтительнее  $v$ -й.

В различных прикладных задачах для значений ( $X_{jv}$  и  $X_{vj}$ ) оценок, предпочтительности одной альтернативы над другой, применяют шкалу Саати. В соответствии с этой шкалой эксперты, применяя С-калибровку, количественно оценивают сравнительную предпочтительность альтернатив значениями ( $X_{jv}$  и  $X_{vj}$ ), взятыми из таблицы 1. Между значениями оценок  $X_{jv}$ , могут назначаться промежуточные значения 2, 4, 6 и 8.

Эти промежуточные значения предусмотрены к применению в случаях, когда оценка альтернатив с применением основных значений по тем или иным причинам затруднена [8].

Таблица 1 – Значения альтернатив

Числовое значение оценки $X_{jv}$	Формальное выражение результата сравнения оценок качества ( $Z_j$ и $Z_v$ ) альтернатив	Вербальная трактовка результата сравнения альтернатив
1	Равноценность $j$ -й и $v$ -й альтернатив	Альтернативы равнозначны
3	Слабое превосходство $j$ -й альтернативы	Эксперт отдает некоторое предпочтение $j$ -й альтернативе
5	Сильное превосходство $j$ -й альтернативы	Эксперт определенно предпочитает $j$ -ю альтернативу $v$ -й
7	Явное превосходство $j$ -й альтернативы	Эксперт считает превосходство $j$ -й альтернативы очевидным
9	Подавляющее превосходство $j$ -й альтернативы	Превосходство $j$ -й альтернативы не вызывает никаких сомнений

Для демонстрации обобщенной модели поиска индивидуальных различий Такера, ограничимся первыми тремя строками таблицы 2, предлагаемыми для оценивания движения транспортного средства при различных условиях:

Таблица 2 – Альтернативы движения транспортного средства

Числовое значение оценки $X_{jv}$	Формальное выражение результата сравнения оценок качества ( $A_j$ и $A_v$ ) альтернатив
1	Равноценность $j$ -й и $v$ -й альтернатив
2	Слабое превосходство $j$ -й альтернативы
3	Сильное превосходство $j$ -й альтернативы

### **Цель исследования**

Применение метода экспертной оценки для изучения влияния различных условий движения и факторов на величину увода колес автомобиля при различных скоростях. По полученным результатам – выполнение графического представления стимулов в факторном пространстве.

**Объект исследования** – величина увода колес автомобиля при различных скоростях.

### **Основной материал исследования**

Траектория движения автомобиля всегда является криволинейной, причем кривизна ее непрерывно меняется. Свойство автомобиля двигаться без корректирующих воздействий со стороны водителя принято считать курсовой устойчивостью автомобиля [9].

Автомобиль в условиях плохой курсовой устойчивости произвольно меняет направление движения, создавая угрозу другим транспортным средствам. Потеря поперечной устойчивости при криволинейном движении может привести к прогрессивно нарастающему поперечному скольжению шин или опрокидыванию автомобиля.

Любые посторонние боковые силы, действующие на колеса транспортного средства, изменяют направление его движения по сравнению с направлением, заданным водителем (если силы малы – то в результате увода, а если достаточно большие, то – скольжения), что отражается в изменении курсового положения автомобиля. Энергия, затрачиваемая боковыми силами на боковое смещение колес как при уводе, так и при скольжении, теряется безвозвратно. Поэтому сами боковые отклонения являются необратимыми. В результате изменения направления качения колес меняется и курсовой угол, причем без дополнительного управляющего воздействия автомобиль не может вернуться к предыдущему положению. Итак, по курсовому углу автомобиль, как механическая система – всегда неустойчива.

Часто причиной потери курсовой устойчивости является чрезмерная скорость транспортного средства, не соответствующая дорожным условиям [9–11]. Если автомобиль движется с излишне высокой скоростью, то тяговая сила приближается по величине к силе сцепления ведущих колес с поверхностью проезжей части, в результате чего возможны их пробуксовки.

Движение автомобиля со скоростью, близкой к предельной по скольжению колес, является лишь одной из предпосылок заноса. Теоретически автомобиль может двигаться с этой скоростью неограниченно долго без потери поперечной устойчивости, для ее потери нужны внешние воздействия. При малых скоростях влияние внешних сил небольшое, но в случае значительной скорости они могут привести к нарушению курсовой устойчивости и заносу автомобиля. Хотя высокая скорость автомобиля не может сама по себе вызвать нарушение курсовой устойчивости, однако она усиливает влияние неблагоприятных факторов.

Нарушение курсовой устойчивости при прямолинейном движении автомобиля происходит под действием возмущающих сил: поперечной составляющей веса, бокового ветра, ударов колес из-за неровности проезжей части, а также различных по величине продольных сил (тяговой, тормозной), приложенных к колесам правой и левой сторон автомобиля.

Внешние силы, действующие на автомобиль, кроме управляющих, всегда являются для водителя случайными и неизвестными. Вызванные ими отклонения в траектории движения и курсовом положении могут быть устранены только в результате корректирующих управляющих воздействий.

Итак, пусть даны исходные матрицы различий по результатам экспертного оценивания двумя субъектами – при различных скоростных характеристиках движения ТС:  $\Delta_1$ ,  $\Delta_2$  и стимулами: n1 – высота борта шины, n2 – боковая нагрузка, n3 – тип шины [9].

$$\begin{array}{c} \text{Стимул} \\ \Delta_1 = \end{array} \begin{array}{ccc} n1 & n2 & n3 \\ \left( \begin{array}{ccc} 0 & 0,62 & 0,38 \\ 0,73 & 0 & 0,27 \\ 0,89 & 0,11 & 0 \end{array} \right), \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{Стимул} \\ \Delta_2 = \end{array} \begin{array}{ccc} n1 & n2 & n3 \\ \left( \begin{array}{ccc} 0 & 0,45 & 0,55 \\ 0,67 & 0 & 0,33 \\ 0,44 & 0,56 & 0 \end{array} \right). \end{array}$$

Необходимо реализовать алгоритм – обобщенную модель поиска индивидуальных различий Такера, для нахождения шкал и представления в координатном пространстве как стимулов, так и субъектов, их оценивающих.

Шаг 1. Построение матриц различных стимулов  $\Delta_s$  для каждого из субъектов.

Шаг 2 (а). Построение S матриц скалярных произведений (матриц с двойным центрированием).

Значения элементов матрицы с двойным центрированием  $\Delta_s^* = (\delta_{ijs}^*)$  находят по формуле:

$$\delta_{ijs}^* = -\frac{1}{2}(\delta_{ijs}^2 - \delta_{is}^2 - \delta_{js}^2 + \delta_{..s}^2), \quad (1)$$

где  $\delta_{is}^2 = \frac{1}{j} \sum_j \delta_{ijs}^2$  – средняя для характеристик различий в j-х столбцах i-й строки, возведенных в квадрат;

$\delta_{js}^2 = \frac{1}{i} \sum_i \delta_{ijs}^2$  – средняя для характеристик различий в i-х строках j-го столбца, возведенных в квадрат;

$\delta_{..s}^2 = \frac{1}{ij} \sum_i \sum_j \delta_{ijs}^2$  – средняя величина квадратов характеристик различий матрицы  $\Delta$ .

Матрицы скалярных произведений (матрицы с двойным центрированием) имеют вид:

$$\begin{array}{c} \text{Стимул} \\ \Delta_1^* = \end{array} \begin{array}{ccc} n1 & n2 & n3 \\ \left( \begin{array}{ccc} 0,20 & -0,15 & -0,06 \\ -0,05 & 0,6 & -0,01 \\ -0,15 & 0,9 & 0,06 \end{array} \right), \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{Стимул} \\ \Delta_2^* = \end{array} \begin{array}{ccc} n1 & n2 & n3 \\ \left( \begin{array}{ccc} 0,10 & -0,02 & -0,09 \\ -0,11 & 0,09 & 0,02 \\ 0,01 & -0,07 & 0,07 \end{array} \right). \end{array}$$

Шаг 2 (б). Для индивидуальных матриц скалярных произведений рассчитаем одну общую, т. е. среднюю матрицу скалярных произведений, воспользовавшись для этого три-виальной формой средней:

$$\Delta^* = \frac{1}{s} \sum_s \Delta_s^* . \quad (2)$$

$$\text{В нашем случае } \Delta^* = \frac{1}{2} (\Delta_1^* + \Delta_2^*) = \begin{pmatrix} 0,15 & -0,08 & -0,07 \\ -0,08 & 0,08 & 0,01 \\ -0,07 & 0,01 & 0,06 \end{pmatrix} .$$

Шаг 3. Поиск приближенных оценок координат стимулов получим методом их факторов. Запишем матрицу стартовой конфигурации – метод Хотеллинга [8].

$$X^0 = \begin{pmatrix} X^1 & X^2 \\ n1 & 0,39 & -0,01 \\ n2 & -0,22 & -0,17 \\ n3 & -0,18 & 0,18 \end{pmatrix} .$$

Шаг 4. Оценка весовых коэффициентов  $W^2$ . Множество значений образует матрицу  $W$  с данными по  $k$  координатам осей и  $s$  субъектами.  $S$  – объединенную матрицу скалярных произведений субъектов,  $B$  – матрицу координат для сочетающихся пар стимулов.

Первая матрица  $S$  имеет  $i^2$  столбцов – по числу всех возможных парных комбинаций стимулов и  $s$  строк – по числу субъектов (таблица 3).

Таблица 3 – Стимулы и субъекты

Пары стимулов	n1n1	n1n2	n1n3	n2n1	n2n2	n2n3	n3n1	n3n2	n3n3
Субъект 1	0,20	-0,15	-0,06	-0,05	0,06	-0,01	-0,15	0,09	0,06
$S =$ Субъект 2	0,10	-0,02	-0,09	-0,11	0,09	0,02	0,01	-0,07	0,07

Элементы матрицы  $B$  находятся перемножением текущих оценок координат из каждой пары стимулов:  $b_{k(i,j)} = x_{ik} x_{jk}$  (таблица 4).

Таблица 4 – Полученная матрица  $B$

Пары стимулов	n1n1	n1n2	n1n3	n2n1	n2n2	n2n3	n3n1	n3n2	n3n3
Коорд. X1	0,152	-0,084	-0,068	-0,084	0,046	0,038	-0,068	0,038	0,031
$B =$ Коорд. X2	0,00	0,002	-0,002	0,002	0,029	-0,031	-0,002	-0,031	0,033

Матрица  $W^2$ , определяется из уравнения:  $W^2 = (BB')^{-1}BS'$ .

Субъект	$S_1$	$S_2$
Коор-динаты		
$W^2 =$ X <sub>1</sub>	1,310	0,690
X <sub>2</sub>	0,358	1,642

После исчисления квадратных корней из каждого  $W_{ks}^2$ , получим матрицу весовых значений  $W$ . Весовые коэффициенты показывают, насколько большее значение придают эксперты отдельным шкалам.

Шаг 5. Нахождение новых значений координат стимулов  $X^1$  по формуле:

$$X^1 = SB'(BB')^{-1} . \quad (3)$$

Матрицы S и B принимают иной вид, чем в этапе 4 (матрица S – просто результат объединения матриц скалярных произведений).

Субъект Коор- динаты	S <sub>1</sub>			S <sub>2</sub>		
	n1	n2	n3	n1	n2	n3
S =	$\begin{pmatrix} 0,20 & -0,15 & -0,06 \\ -0,05 & 0,6 & -0,01 \\ -0,15 & 0,9 & 0,06 \end{pmatrix}$			$\begin{pmatrix} 0,10 & -0,02 & -0,09 \\ -0,11 & 0,09 & 0,02 \\ 0,01 & -0,07 & 0,07 \end{pmatrix}$		

Субъект Коор- динаты	S <sub>1</sub>			S <sub>2</sub>			
	n1	n2	n3	n1	n2	n3	
B =	Коорд.1	0,51	-0,28	-0,23	0,27	-0,15	-0,12
	Коорд.2	0,00	-0,06	0,07	-0,02	-0,28	0,30

Теперь могут быть найдены новые, улучшенные оценки координат стимулов:

Субъект Коор- динаты	X <sup>1</sup>		X <sup>2</sup>	
	n1	n2	n1	n2
X <sup>1</sup> = SB'(BB') <sup>-1</sup> =	0,393	-0,103	1,144	0,831
	-0,175	-0,121	0,598	1,281
	-0,218	0,224		

Координаты стимулов:

$$\begin{array}{ll}
 S_1: & S_2: \\
 n1 (0,450 \ -0,062), & n1 (0,327 \ -0,132), \\
 n2 (-0,200 \ -0,072), & n2 (-0,145 \ -0,155), \\
 n3 (-0,250 \ 0,134). & n3 (-0,182 \ 0,287).
 \end{array}$$

Графическое представление приведено на рисунке 1.

Для восприятия положительных числовых координат данного рисунка возможно выполнение параллельного переноса в первый квадрант, что не поменяет графического представления осей.

Пространственное расположение стимулов в двумерном пространстве субъектов позволяет определить различия между стимулами, как, собственно, и между самими субъектами.

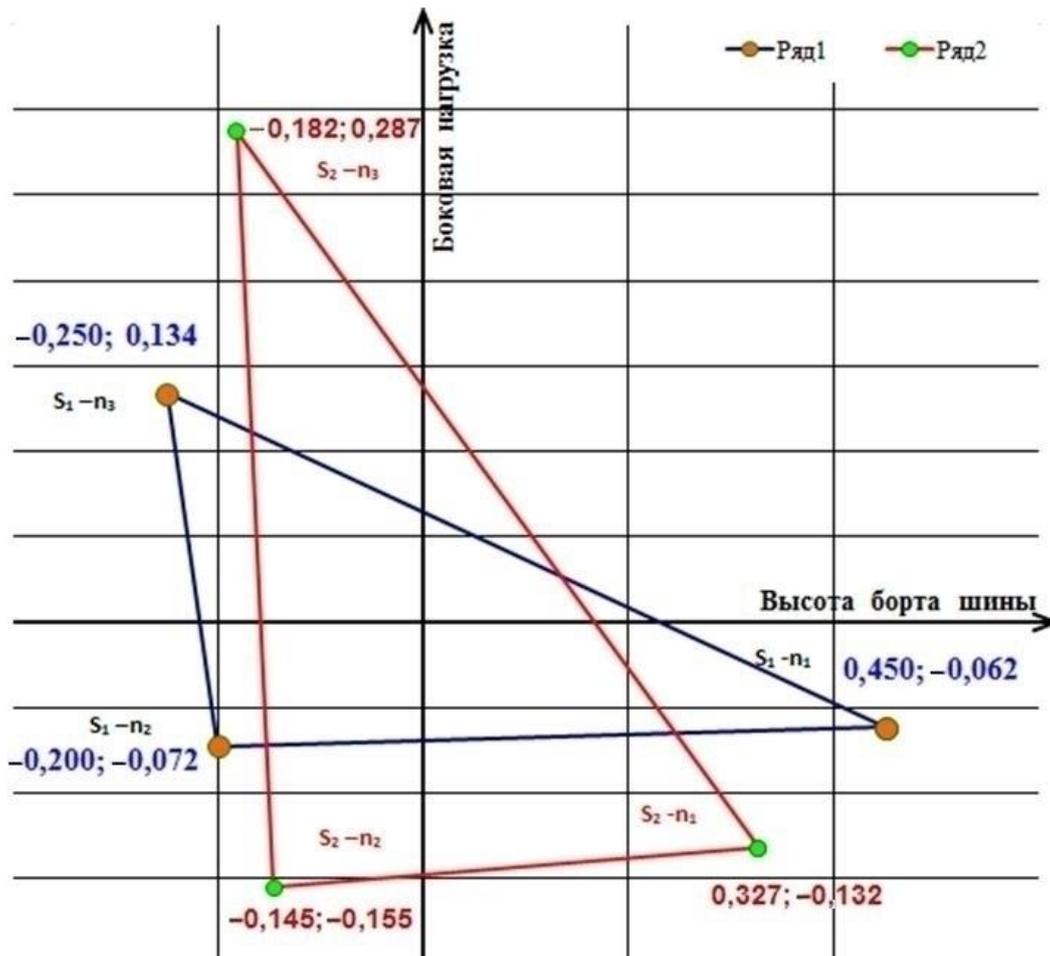


Рисунок 1 – Графическое представление объектов (стимулов) в пространстве восприятия субъектов (скоростей)

Посчитаем различия стимулов для каждого субъекта по формуле:

$$d_{ijs} = \left( \sum_k \omega_{ks}^2 (\hat{x}_{ik} - \hat{x}_{jk})^2 \right)^{1/2}. \quad (4)$$

Сведем результаты расчетов расстояний и скалярных произведений для новой оценки координат стимулов, чтобы можно было наглядно видеть результаты первого шага подгонки евклидовой модели индивидуальных различий.

#### Матрица расстояний

Стимул	n1	n2	n3	Стимул	n1	n2	n3	
$\Delta_1 =$	n1	0,62	0,38	$\hat{\Delta}_1 =$	n1	0	0,65	0,73
	n2	0,73	0,27		n2	0,65	0	0,21
	n3	0,89	0,11		n3	0,73	0,21	0
$\Delta_2 =$	n1	0,45	0,55	$\hat{\Delta}_2 =$	n1	0	0,47	0,66
	n2	0,67	0,33		n2	0,47	0	0,44
	n3	0,44	0,56		n3	0,66	0,44	0

## Матрицы скалярных произведений

Стимул	n1	n2	n3	Стимул	n1	n2	n3
$\Delta_1^* =$	n1	n2	n3	$\widehat{\Delta}_1^* =$	n1	n2	n3
	$\begin{pmatrix} 0,20 & -0,15 & -0,06 \\ -0,05 & 0,06 & -0,01 \\ -0,15 & 0,09 & 0,06 \end{pmatrix}$				$\begin{pmatrix} 0,21 & -0,09 & -0,12 \\ -0,09 & 0,05 & 0,04 \\ -0,12 & 0,04 & 0,08 \end{pmatrix}$		
$\Delta_2^* =$	n1	n2	n3	$\widehat{\Delta}_2^* =$	n1	n2	n3
	$\begin{pmatrix} 0,10 & -0,02 & -0,09 \\ -0,11 & 0,09 & 0,02 \\ 0,01 & -0,07 & 0,07 \end{pmatrix}$				$\begin{pmatrix} 0,12 & -0,03 & -0,10 \\ -0,03 & 0,05 & -0,02 \\ -0,10 & -0,02 & 0,12 \end{pmatrix}$		

Шаг 6. Расчет F-критерия качества интерактивных оценок скалярных произведений, т. е. выводы по выполнению первого шага подгонки евклидовой метрики: требуется ли выполнять вторую подгонку?

Из предыдущей таблицы видно, что оцененные и исходные данные, в общем, согласованы, и в то же время ответим на вопрос о достаточности приближения теоретических оценок расстояний реальным.

После получения новых матриц  $\widehat{\Delta}$ ,  $\widehat{\Delta}^*$ ,  $\widehat{X}$  первый цикл подгонки считается выполненным. Его сущность оценивается по критерию F.

$$F = \sum_{ijs} \left( \delta_{ijs}^* - \delta_{ijs}^* \right)^2 \left. \vphantom{\sum} \right\} \Rightarrow F = \sum_{ijs} \left( \delta_{ijs}^* - \sum_k x_{ik} x_{jk} \omega_{ks}^2 \right)^2. \quad (5)$$

После промежуточных вычислений получаем то, что значение критерия  $F = 0,0135$ .

Цель данного алгоритма состоит в минимизации значения критерия F, т. е. сумма квадратов разностей должна быть наименьшей.

Итерации повторяются до тех пор, пока при переходе к последующей итерации величина F не станет незначительной, например меньше 0,01. В противном случае за исходные принимаются оцененные на предыдущем шаге матрицы  $\widehat{\Delta}^{-1}$ ,  $\widehat{\Delta}^{*-1}$ ,  $\widehat{X}^{-1}$  и итерации с последовательным вычислением матриц  $\widehat{\Delta}$ ,  $\widehat{\Delta}^*$ ,  $\widehat{X}$ ,  $\widehat{W}$  возобновляются.

### Выводы

Применяя моделирование в указанных условиях движения автомобиля при различных (экспертных) оценках, получено на основании метода Такера графическое представление стимулов в факторном пространстве.

Если считать критерий качества F удовлетворительным, то можно ограничиться только выделением двух факторных направлений, т. е. при различных скоростях на величину увода колес автомобиля влияют два основных латентных фактора (высота борта шины и боковая нагрузка), учитывающих совокупное влияние всех стимулов в определенной степени.

Таким образом, автоматизацию рассмотренного метода, применительно к движению транспортного средства, можно распространить для матриц индивидуальных различий произвольных размерностей.

### **Список литературы**

1. Borg, I. Modern Multidimensional Scaling. Theory and Applications / I. Borg, P. J. F. Groenen. – Springer, 2013. – 636 p.
2. Borg, I. Applied Multidimensional Scaling / I. Borg, P. J. F. Groenen, P. Mair. – Springer, 2012. – 122 p.
3. Härdle, W. K. Applied Multivariate Statistical Analysis / W. K. Härdle, L. Simar. – 4th Edition. – Springer, 2015. – 581 p.
4. Королев, М. Е. Использование классической модели многомерного шкалирования Торгерсона для оценки предложений поставщиков / М. Е. Королев, Е. А. Королев, В. И. Павленко // Наукові нотатки. – 2011. – № 32. – С. 291–294.
5. Многомерный статистический анализ в экономике / Л. А. Сошникова [и др.]. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 598 с.
6. Чубучный, С. А. Неметрические методы статистики / С. А. Чубучный, М. Е. Королёв // Актуальные направления научных исследований / Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова. – 2015. – Т. 3, № 8-1 (19-1). – С. 405–408.
7. Горкавий, В. К. Математична статистика / В. К. Горкавий, В. В. Ярова. – К. : Професіонал, 2009. – 384 с.
8. Королев, М. Е. Использование многомерных статистических методов факторного анализа в исследовании автомобильных рынков / М. Е. Королев, Е. А. Королев, Н. Н. Дудникова // Вестник Автомобильно-дорожного института Донецкого национального технического университета. – 2016. – № 1 (18). – С. 37–45.
9. Литвинов, А. С. Управляемость и устойчивость автомобиля / А. С. Литвинов. – М. : Машиностроение, 1971. – 416 с.
10. Бортницкий, П. И. Тягово-скоростные качества автомобилей / П. И. Бортницкий, В. И. Задорожный. – К. : Вища школа, 1978. – 176 с.
11. Дудніков, О. М. Формалізація умов ДТП у вигляді побіжного зіткнення при зміні смуги руху з правої на ліву у багаторядних щільних транспортних потоках / О. М. Дудніков // Автошляховик України. – К., 2013. – № 3. – С. 6–10.

**М. Е. Королёв, Н. Н. Дудникова**  
**Автомобильно-дорожный институт**

**ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Горловка**

#### **Применение метода экспертной оценки при изучении особенностей движения автомобиля**

Базы знаний интеллектуальных информационных систем, основанных на правилах, во многих реализациях используют данные, источниками которых являются специалисты – эксперты.

Совокупность приемов сбора и обработки знаний и данных, которые готовы предоставить эксперты, получила название метода экспертных оценок.

В данной работе использован один из указанных методов, а именно, рассмотрена и реализована обобщенная модель поиска индивидуальных различий Такера для нахождения шкал и представления в координатном пространстве как стимулов, так и субъектов, их оценивающих, применительно к движению автомобиля при различных скоростях и условиях движения.

Для подтверждения автоматизации теоретических выкладок были использованы исходные матрицы различий размерностью  $3 \times 3$  и получено графическое представление стимулов в факторном пространстве с возможностью распространения данной модели на матрицы различий произвольной размерности.

В соответствии с используемым алгоритмом, если считать критерий качества  $F$  удовлетворительным, можно ограничиться только выделением двух факторных направлений, т. е. при различных скоростях на величину увода колес автомобиля влияют два основных латентных фактора (высота борта шины и боковая нагрузка), учитывающих совокупное влияние всех стимулов в определенной степени.

**МЕТОД ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ, МОДЕЛЬ ТАКЕРА, АВТОМОБИЛЬ, УВОД КОЛЕСА, ФАКТОРНОЕ ПРОСТРАНСТВО, КРИТЕРИЙ КАЧЕСТВА**

*M. E. Korolev, N. N. Dudnikova*

*Automobile and Highway Institute of Donetsk National Technical University, Gorlovka*

### **Application of the Method of Expert Evaluation while Studying Automobile Traffic Peculiarities**

Knowledge bases of intelligence information networks based on rules in many implementations use data which sources are specialists, experts.

Set of ways of data and knowledge collection and processing providing by experts is called the method of expert evaluation.

In this work one of the given methods is used. Notably the generalized model of the Tucker individual differences search is considered and realized. It is used for scale finding and introduction of stimuli and subjects in coordinate space evaluated them with regard to the automobile traffic at various speed and driving conditions.

To confirm automation of theoretical computations differences parent matrix of the dimension  $3 \times 3$  is used and stimulus graphic expression in factor space with the possibility to expand given model on the differences matrixes of the arbitrary dimension is obtained.

According to the used algorithm if we consider performance criterion F to be satisfactory only two factorial directions can be limited, that is at various speeds two latent factors (tire bead height and side load) influence on the wheel slip rate, taking into account aggregate exposure of all stimuli to a certain degree.

EXPERT EVALUATION METHOD, TAKER MODEL, AUTOMOBILE, WHEEL SLEEP, FACTOR SPACE, PERFORMANCE CRITERION

#### **Сведения об авторах:**

##### **М. Е. Королёв**

SPIN-код: 4980-9607

Телефон: 0505385168

Эл. почта: kustokust@gmail.com

##### **Н. Н. Дудникова**

SPIN-код: 1424-1363

Телефон: 050 589 90 37

Эл. почта: DudnikovaNN@rambler.ru

*Статья поступила 27.05.2016*

*© М. Е. Королёв, Н. Н. Дудникова, 2017*

*Рецензент: Л. П. Вовк, д-р техн. наук, проф. АДИ ГОУВПО «ДонНТУ»*