

УДК 656.13.05

**М.Р. Лукпанов, А.А. Макенов**

ВКГТУ им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

**ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ВЕСОМОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ  
«ВОДИТЕЛЬ – АВТОМОБИЛЬ – ДОРОГА – СРЕДА»**

Аварийность на автомобильных дорогах зависит от множества параметров и факторов, которые могут быть управляемыми и неуправляемыми, качественными и количественными, детерминированными и недетерминированными [1]. Процесс дорожного движения следует рассматривать с позиции системного подхода как сверхсложный недетерминированный процесс, который может быть структурно представлен в виде системы «водитель - автомобиль - дорога - среда». Каждая структурная составляющая системы (подсистемы) сама по себе крайне важна. В настоящее время существует достаточно много расчетных методик, в которых дифференцированно оцениваются, проектируются и нормируются параметры указанных подсистем. Однако основное свойство системы «водитель - автомобиль - дорога - среда» проявляется в совокупном влиянии на параметры безаварийного движения транспортных средств. Нами предлагается рассматривать принцип безаварийности с позиции системной динамики с учетом «веса»  $K_i$  каждой подсистемы. Тогда результирующая оценка всей системы будет являться интегрированным показателем качества (ИПК) системы «водитель - автомобиль - дорога - среда» по результатам статистических исследований ДТП с учетом неопределенности всех системных составляющих, включая нормативы. В процессе измерения и обработки статистических нормируемых параметров появляются ошибки системного свойства, которые в данной работе предлагается интерпретировать как системные риски. К параметрам внутренней среды в данной работе предлагается отнести качество дороги, качество вождения и состояние транспортного средства.

Для количественной оценки указанных рисков в автоматизированной системе управления безопасностью дорожного движения, в ее подсистеме учета и анализа ДТП, необходимо разработать математическую или имитационную модель и соответствующие программные средства. Вес процессов в рамках подсистемы ИПК и вес подсистем находится с помощью метода экспертных оценок. При этом в качестве процедуры экспертных измерений выбрана непосредственная оценка. Процедура заключается в присвоении объектам числовых значений в шкале интервалов. Эксперту необходимо поставить в соответствие каждому объекту точку на определенном отрезке числовой оси. При этом необходимо, чтобы эквивалентным объектам приписывались одинаковые числа [4].

Измерения по шкале интервалов могут быть достаточно точными при полной информированности экспертов о свойствах объектов. Эти условия на практике встречаются довольно редко, поэтому для измерения применяют балльную оценку. При этом вместо непрерывного отрезка числовой оси рассматривают участки, которым приписываются баллы [2-3]. Эксперт, приписывая объекту балл, тем самым измеряет его с точностью до определенного отрезка числовой оси. При определении весомости процессов будем использовать 10-балльную шкалу. Для реализации процедуры экспертного оценивания необходимо сформировать группу экспертов. Эффективность решения проблемы определяется характеристиками достоверности экспертизы и затрат на неё. Достоверность группового экспертного оценивания зависит от общего числа экспертов в группе, долевого состава различных специалистов в группе, от характеристик экспертов.

Для описания экспертов с точки зрения оценки качества решения проблемы вводятся следующие характеристики: компетентность; креативность; отношение к экспертизе; конформизм; аналитичность и широта мышления; умение работать в коллективе; самокритичность.

В практике экспертного оценивания получила распространение оценка компетентности с помощью самооценки эксперта и оценки другими экспертами. Обоснованность подобного подхода обусловлена тем, что измерение столь сложного показателя, как компетентность, может быть реально оценено только субъективно. Существует методика оценки компетентности экспертов при помощи коэффициента компетентности  $k$ , который вычисляется на основе суждения эксперта о степени своей информированности по решаемой проблеме и указания типовых источников аргументации своих мнений. Коэффициент вычисляется по следующей формуле

$$k = 1/2(k_u + k_a),$$

где  $k_u$  – коэффициент информированности по проблеме, получаемый на основе самооценки эксперта по десятибалльной шкале и умножения этой оценки на 0,1;  $k_a$  – коэффициент аргументации, получаемый в результате суммирования баллов по эталонной таблице (табл. 1).

Таблица 1

*Эталонная таблица для вычисления коэффициента аргументации мнения эксперта [4]*

Источники аргументации	Степень влияния источника на Ваше мнение		
	Высокая (В)	Средняя (С)	Низкая (Н)
Проведённый теоретический анализ проблемы			
Ваш производственный опыт	0,3	0,2	0,1
Литература по исследуемой проблеме	0,5	0,4	0,2
Образование в данной области	0,05	0,05	0,05
Личный опыт в данной области	0,6	0,5	0,4

Эксперту даётся эта таблица без цифр. Эксперт отмечает, какой источник он оценивает по градациям *В*, *С*, *Н*. После наложения таблицы эксперта на эталонную таблицу подсчитывается количество баллов по всем источникам аргументации. При этом, если  $k_a = 1,0$ , то степень влияния всех источников высокая, если  $k_a = 0,8$  – то средняя, если  $k_a = 0,5$ , то учитывается низкая степень источников аргументации. Коэффициент компетентности  $0 \leq k \leq 1$ .

Существует также эффективная методика оценки компетентности экспертов, основанная на вычислении относительных коэффициентов компетентности по результатам высказываний специалистов о составе экспертной группы.

Однако их анализ является очень трудоемким, поэтому необходимо сформулировать обобщённую характеристику эксперта, учитывающую его важнейшие качества, с одной стороны, и допускающую непосредственное измерение – с другой. В качестве такой характеристики можно принять достоверность суждений эксперта, которая определяет эксперта как «измерительный прибор». Однако применение такой обобщённой характеристики требует информации о прошлом опыте участия эксперта в решении проблем [3].

Количественно достоверность эксперта оценивают по формуле

$$D_i = N_i/N, \quad i=1,2,3,\dots,m,$$

где  $N_i$  – число случаев, когда  $i$ -й эксперт дал решение, приемлемость которого подтвердилась практикой,  $N$  – общее число случаев участия  $i$ -го эксперта в решении проблемы.

Можно также учесть вклад каждого эксперта в достоверность всей группы. Эта относительная достоверность определяется по формуле

$$D_i^{om} = \frac{D_i}{\frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m D_i}, \quad i=1,2,3,\dots, m,$$

где  $m$  – число экспертов в группе.

В знаменателе стоит средняя достоверность группы экспертов (рис. 1).

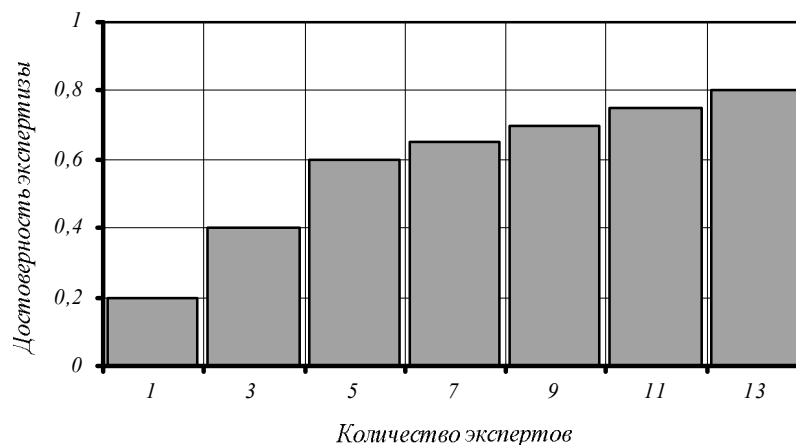


Рисунок 1 - Зависимость достоверности экспертизы от количества экспертов [3]

Метод экспертного опроса выбирается исходя из таких характеристик, как объем и достоверность получаемой информации, время и стоимость, количество экспертов и их характеристика.

Для определения весомости оцениваемых вариантов ИПК авторами выбран метод анкетирования. Полученные от экспертов оценки весомости  $q_{ij}$  каждого  $j$ -го процесса в баллах для получения коэффициента весомости  $q_{jn}$  осредняются с учетом компетентности экспертов и нормируются по следующим формулам:

$$q_j = \frac{\sum_{i=1}^m q_{ij} \cdot k_{\text{э}i}}{\sum_{i=1}^m k_{\text{э}i}}, \quad q_{jn} = \frac{q_j}{\sum_{j=1}^n q_j},$$

где  $n$  – число вариантов в совокупности;  $m$  – число экспертов.

При оценке объектов эксперты обычно расходятся во мнениях по решаемой проблеме, в связи с этим возникает необходимость оценки степени согласованности мнений экспертов. Для количественной оценки степени согласованности мнений экспертов существуют два метода. Один из методов предусматривает вычисление коэффициента конкордации [1-2].

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (n^3 - n)},$$

где  $S = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m r_{ij} - \bar{r} \right)^2$ .

Качественная интерпретация коэффициента конкордации приведена в табл. 2. При

слабой согласованности мнений экспертов проводятся дополнительные туры экспертных опросов, в которых экспертам предоставляются результаты предыдущего тура.

Таблица 2

*Относительная шкала изменения коэффициента конкордации*

Значение коэффициента конкордации	<0,3	0,3-0,5	0,5-0,7	0,7-0,9	>0,9
Качественная характеристика согласованности мнений экспертов	слабая	умеренная	заметная	высокая	очень высокая

Второй метод основан на выборочном коэффициенте ранговой корреляции Спирмена, значение которого находится из выражения

$$\rho = 1 - \frac{S_{\text{выб}}}{S_{\text{макс}}} = 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^n (Z_{1j} - Z_{2j})^2}{(n^3 - n)},$$

где  $n$  – число вариантов;

$S_{\text{выб}}$  – фактическая сумма квадратов;

$S_{\text{макс}}$  – максимально-возможное значение суммы квадратов отклонений.

В данном случае сравниваются ранговые оценки вариантов у двух экспертов.

Экспертизе подвергались следующие элементы:

$B1$  – водитель;

$B2$  – дорога;

$B3$  – среда;

$B4$  – автомобиль.

В результате экспертного оценивания составляющих системы «водитель – автомобиль – дорога – среда» было установлено, что максимальный «вес» экспертами был присвоен водителю транспортного средства, второй ранг – дороге, третий – внешней среде и четвертый – транспортному средству (табл. 3).

Таблица 3

*Относительные оценки значимости четырех вариантов*

Номер эксперта	Вес эксперта	Элементы системы			
		$B1$	$B2$	$B3$	$B4$
1	8,5	0,36	0,25	0,21	0,14
2	6,75	0,3	0,27	0,17	0,17
3	5,75	0,26	0,29	0,23	0,23
4	6,5	0,29	0,26	0,23	0,1
$A_j$		0,3	0,27	0,2	0,15
$A[jp]$		1	2	3	4
$B_j$		0,3	0,27	0,21	0,16
$B[jp]$		1	2	3	4

Для дальнейшего исследования этой системы с целью определения статистических

оценок проектных решений и соответствующих этим решениям рисков необходимо под-  
вергнуть систему декомпозиции в IDEF-стандарте.

Список литературы

1. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: Учебник для вузов. - М.: Транс-порт, 1993. - 271 с.
2. Евланов Л.Г. Экспертные оценки в управлении / Л.Г. Евланов, В.А. Кутузов. - М.: Экономика, 1978. - 129 с.
3. Китаев Н.Н. Групповые экспертные оценки. - М.: Знание, 1975. - 58 с.
4. Погребняк С.А. Формирование показателя эффективности интегрированной системы менеджмента // Качество - стратегия XXI века: Тез. докл. VI Междунар. науч.-практ. конф., 1-2 ноября 2001 г. - Томск, 2001. - 168 с.

Получено 9.02.10

