

АВС-XYZ-АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В ГОРОДЕ

Предложен АВС-XYZ-анализ в сфере безопасности дорожного движения города с учетом структуры дорожно-транспортных происшествий.

Ключевые слова: анализ, транспортный риск, динамика, структура.

Управление уровнем транспортных рисков, обусловленных дорожно-транспортными происшествиями в городе, предполагает исследование и анализ как механизма, так и структуры ДТП [1]. Классическим инструментом в подобного рода задачах является АВС-анализ, позволяющий классифицировать причины явления по степени их важности. В статье обсуждается специфика АВС-XYZ-анализа в сфере безопасности дорожного движения на примере г. Тюмени.

Практический интерес представляют два аспекта: во-первых, структура ДТП и обусловленные ими риски, а во-вторых, специфика использования АВС-XYZ-анализа в целях управления уровнем дорожной безопасности.

Структура ДТП и обусловленные ими риски. Этот аспект подробно обсуждался нами в работе [1]. В ней приведены результаты структурной и параметрической идентификации моделей, описывающих как доли j -видов ДТП, так и доли погибших в ДТП j -вида. На примере города Тюмени показана эволюция транспортного риска за десятилетний период. Исходным материалом для создания необходимого алгоритмического обеспечения явились данные по дорожно-транспортным происшествиям в Тюмени на интервале с 2000 по 2009 г. (таблица 1).

В каждом виде ДТП можно выделить четыре основных годовых показателя:

– число погибших в ДТП i -вида N_{pi} :

$$N_{pi} = g_i \cdot N_i, \quad (1)$$

где N_i – число ДТП i -вида;

g_i – удельный показатель, характеризующий число погибших на 1 ДТП i -вида:

$$g_i = \frac{N_{pi}}{N_i}; \quad (2)$$

– доля погибших в ДТП i -вида от общего числа:

$$d_i = \frac{N_{pi}}{N_p}, \quad (3)$$

где N_p – общее число погибших в ДТП.

– количество ДТП i -вида и доля каждого вида в общем балансе:

$$N_i = a_i \cdot N_{dtp}, \quad (4)$$

где N_{dtp} – общее число ДТП;

a_i – доля ДТП i -вида в общем балансе,

$$a_i = \frac{N_i}{N_{dtp}}. \quad (5)$$

Динамика показателей ДТП каждого вида приведена ниже.

Доля погибших в год в ДТП i -вида $d_i(t)$ формально определена соотношением (3). Выполненная структурная и параметрическая идентификация моделей ДТП показала, что они (модели) могут быть представлены в виде:

– наезд на пешехода

$$D_NNP(t) = 69,57 \cdot \exp[-0,05942 \cdot (t - 2000)], \%$$

– столкновение

$$D_STL(t) = 21,29 \cdot \exp[0,05087 \cdot (t - 2000)], \%$$

– наезд на препятствие

$$D_NPR(t) = 1,1152 \cdot (t - 2000) + 5,36, \%$$

– опрокидывание

$$D_OPR(t) = 0,2598 \cdot (t - 2000) + 2,77, \%$$

– иные $D_IN(t) = 100 - \sum_{i=1}^4 D_i(t), \%$

(здесь NNP – наезд на пешехода; STL – столкновение; NPR – наезд на препятствие; OPR – опрокидывание; IN – иные).

Годовая доля ДТП i -вида $a_i(t)$ определена соотношением (5). Выполненная идентификация показала, что модели $A_i(t)$ сводятся к виду:

· наезд на пешехода

$$A_NNP(t) = 63,81 \cdot \exp[-0,06722 \cdot (t - 2000)], \%$$

· столкновение

$$A_STL(t) = 26,59 \cdot \exp[0,0704 \cdot (t - 2000)], \%$$

Таблица 1. Данные по ДТП в г. Тюмени

Год	Кол-во ДТП	Погибших в ДТП	Кол-во ННП*	Кол-во погибших в ННП	Кол-во столкновений	Кол-во погибших в столкн.	Кол-во опрокид.	Кол-во погибших в опрокид.	Кол-во ННП**)	Кол-во погибших в ННП	Кол-во трансл. единиц	Числен. населения
2000	0889	70	557	40	227	23	26	3	43	2	134357	502000
2001	0975	86	607	60	283	16	22	3	39	5	143543	500200
2002	0933	78	543	50	268	16	12	3	74	7	143210	498600
2003	1722	84	849	58	611	17	45	0	131	7	138215	510300
2004	1594	89	844	55	493	19	56	3	130	8	141000	538300
2005	1668	75	724	40	695	19	52	4	127	10	165911	542500
2006	1724	92	676	43	784	28	61	2	124	18	179986	549900
2007	1745	90	645	38	837	41	45	5	133	6	198050	560000
2008	1526	76	599	27	675	28	40	5	124	15	239895	570300
2009	1408	63	523	31	631	17	37	3	100	6	240112	580200
Итого	14184	803	6567	442	5504	224	396	31	1025	84		
%	100	100	46,29	55,04	38,80	27,89	2,79	3,86	7,22	10,46		

*) ННП – наезд на пешеходов

**) ННПР – наезд на препятствие

· наезд на препятствие

$$A_NPR(t) = 0,2781 \cdot (t - 2000) + 5,76, \%$$

· опрокидывание

$$A_OPR(t) = 0,05309 \cdot (t - 2000) + 2,47, \%$$

· иные $A_IN(t) = 100 - \sum_{i=1}^4 A_i(t), \%$

Полученные результаты позволили оце-

нить динамику транспортного риска $TR = \frac{N_p}{N_{te}}$ (здесь N_{te} – количество зарегистрированных автомобилей).

Специфика использования ABC-XYZ-анализа. Целью ABC-анализа является сегментация видов ДТП по степени их значимости, при этом формируются три области (категории): А (наиболее важные), В (промежуточные) и С (наименее важные). Технология выделения этих областей хорошо освоена в логистике и рассмотрена, в частности, в работе [2].

В практике управления качеством (под которым в нашем случае понимается уровень безопасности дорожного движения) ABC-анализу предшествует процедура стратификации (расслоения) данных [3]. Ее целесообразно проводить по видам ДТП.

ABC-анализу подвергнуты два главных показателя: a_i и d_i (рисунок 2 и 3). Процедура исследования базируется на диаграмме Парето

Таблица 2. Транспортный риск в г. Тюмени

Год	Транспортный риск, погибших на 100000 ТЕ	Доля NNP в транспортном риске	Доля STL в транспортном риске
2000	52.10	0.6957	0.2129
2001	59.91	0.6569	0.2240
2002	54.46	0.6202	0.2357
2003	60.77	0.5856	0.2480
2004	63.07	0.5529	0.2609
2005	45.20	0.5221	0.2746
2006	51.11	0.4929	0.2889
2007	45.44	0.4654	0.3040
2008	31.68	0.4395	0.3198
2009	26.23	0.4149	0.3365

то [3], построению которой предшествует ранжирование факторов по уровню значимости. В качестве теоретической кривой использовалась модель, соответствующая закону Парето «80/20»,

$$TK = 100 \cdot \left[1 - \left(1 - \frac{r}{r_{max}} \right)^{7,2126} \right], \quad (6)$$

при этом r_{max} выбиралось в соответствии с Приказом МВД России от 18.06.1996 №328, по которому ДТП подразделяются (включая «прочие») на 10 видов.

Для построения рисунков 2 и 3 использована последняя строка таблицы 1, представляющая собой итоги, усредненные на интер-

вале в 10 лет. В группу А, как показывает анализ рисунков 2 и 3, входят два доминирующих вида: наезд на пешехода и столкновение, следовательно, им и необходимо уделять основное внимание.

Важно, однако, отметить, что слабой стороной АВС-анализа является неуверенность в стабильности диаграммы Парето, поэтому приходится дополнять его так называемым XYZ-анализом [4]. В нашем случае его суть сводится к группированию j-видов ДТП по степени од-

нородности (т.е. по коэффициенту вариации ρ) временных рядов $a_i(t_k)$ и $d_i(t_k)$:

$$\rho = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2}{n-1}}}{\bar{x}}$$

Следуя рекомендациям [4], разделение целесообразно осуществлять по правилу:

- группа X – объекты, коэффициенты вариации которых не превышают 10%;

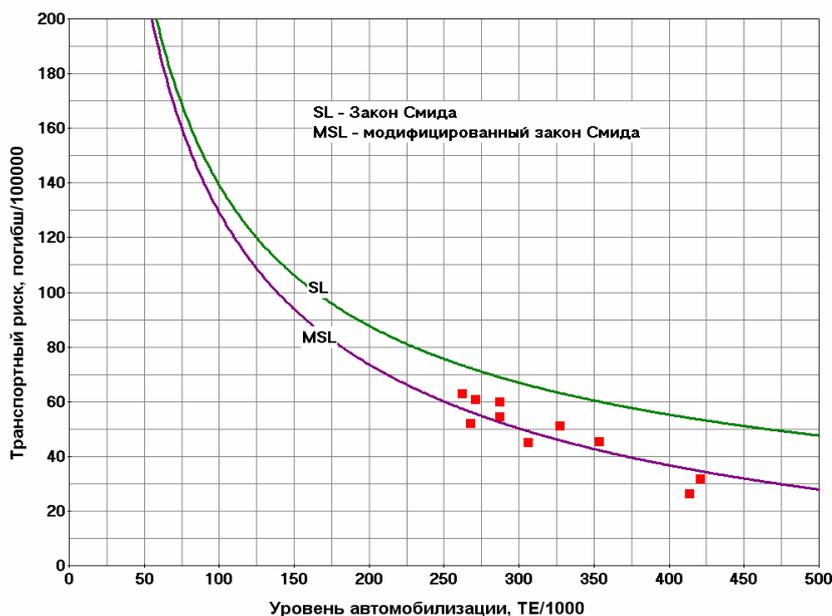


Рисунок 1. Эволюция транспортного риска в г. Тюмени

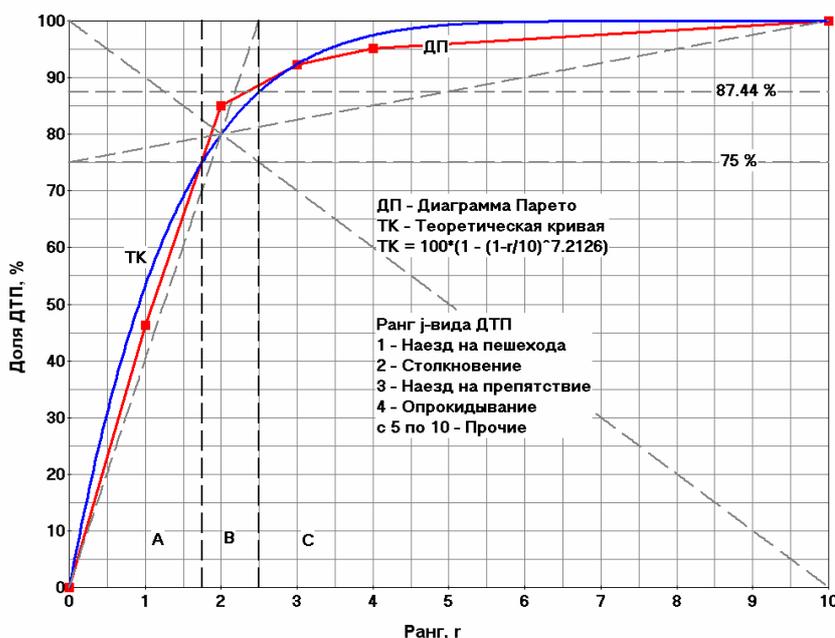


Рисунок 2. Диаграмма Парето, характеризующая связь «Доля ДТП - вид ДТП»

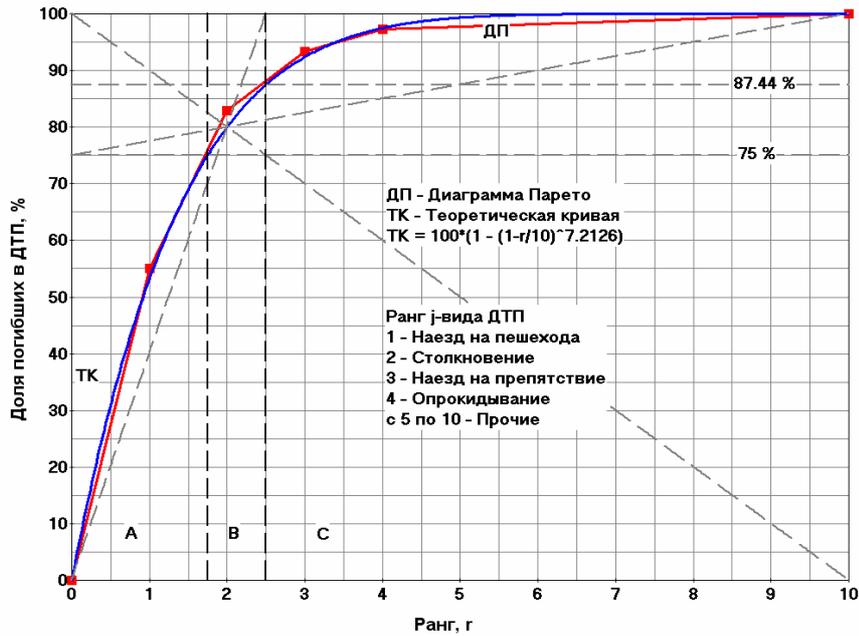


Рисунок 3. Диаграмма Парето, характеризующая связь «Доля погибших в ДТП - вид ДТП»

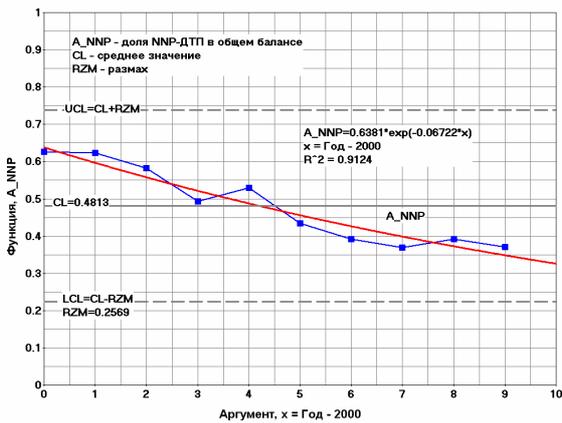


Рисунок 4. X-карта A_NNP

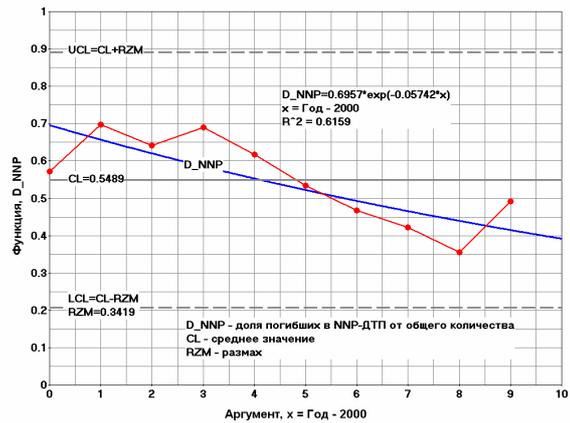


Рисунок 5. X-карта D_NNP

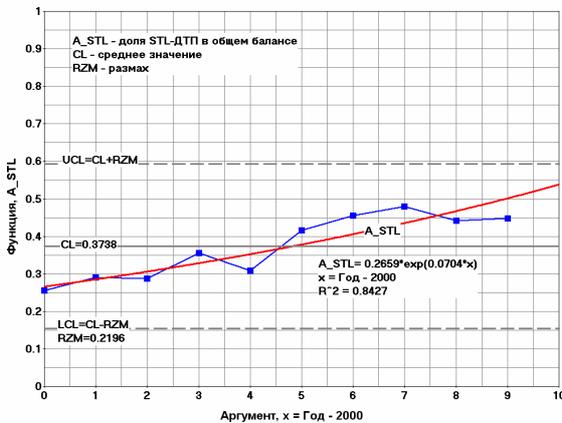


Рисунок 6. X-карта A_STL

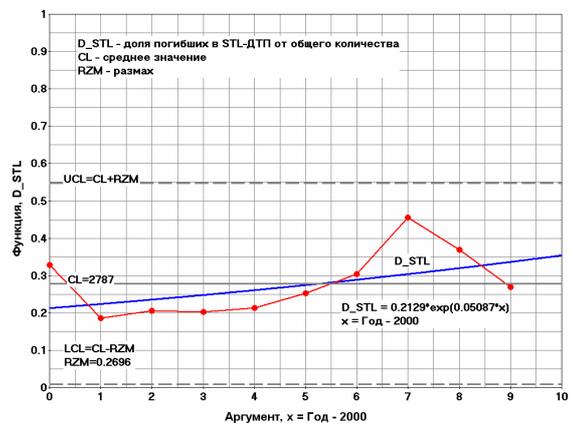


Рисунок 7. X-карта D_NNP

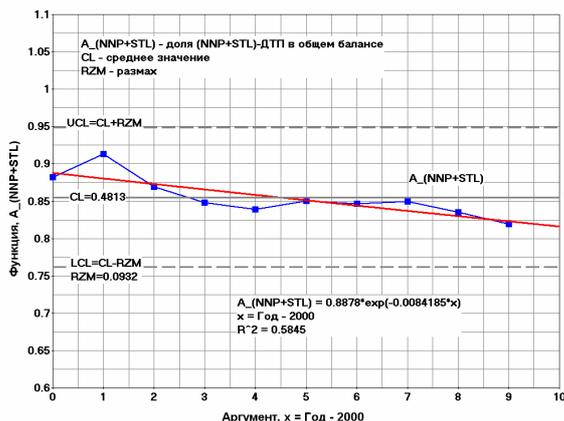


Рисунок 8. X-карта A_(NNP+STL)

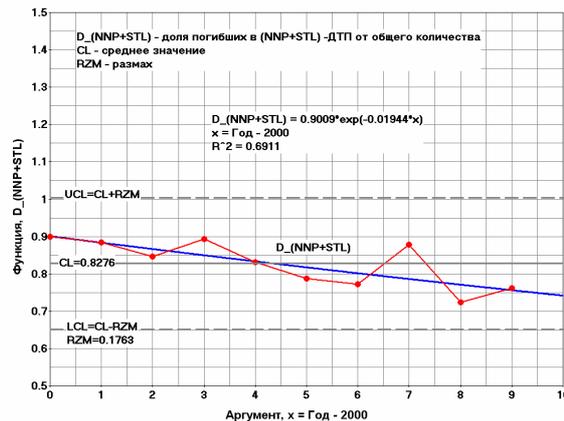


Рисунок 9. X-карта D_(NNP+STL)

Таблица 3. Результаты XYZ-анализа

№ п/п	Вид ДТП (показатель)	Идентификатор	Коэф. вариации, %	Категория X, Y, Z
1	Наезд на пешехода (доля ДТП)	A_NNP	21,14	Y
2	Наезд на пешехода (доля погибших в ДТП)	D_NNP	21,00	Y
3	Столкновение (доля ДТП)	A_STL	22,35	Y
4	Столкновение (доля погибших в ДТП)	D_STL	31,02	Z
5	Наезд на пешехода + столкновения (доля ДТП)	A_NNP+STL	2,91	X
6	Наезд на пешехода + столкновения (доля погибших в ДТП)	D_NNP+STL	7,56	X

- группа Y – 10–25%
- группа Z – выше 25%.

Оценка коэффициентов вариации выполнялась нами на основе анализа X-карт [2] (рисунки 4–9). Результаты их обработки сведены в таблицу 3.

Анализ таблицы 3 свидетельствует о том, что надежные прогнозные модели могут форми-

роваться лишь на основе совместного учета двух видов ДТП: наезд на пешехода и столкновение.

Полученные результаты позволяют обоснованно подойти к тактическому и стратегическому планированию мероприятий, направленных на повышение безопасности дорожного движения в городе, и аргументированно выполнить процедуру управления уровнем дорожной опасности.

12.09.2011

Список литературы:

1. Колесов В.И., Гуляев М.Л., Сорокин Д.А. Механизм ДТП в городе / В печати.
2. Афанасьев С.В. Метод треугольника в ABC-анализе // URL: <http://www.mavriz.ru/>
3. Кумэ Х. Статистические методы повышения качества М.: Финансы и статистика, 1990. – 304 с.
4. Бодряков Р. ABC и XYZ // URL: http://www.rombcons.ru/ABC_XYZ.htm

Сведения об авторах:

Колесов Виктор Иванович, заместитель директора по научной работе НИИ ЭОР

Тюменского государственного нефтегазового университета, кандидат технических наук, доцент

E-mail: vikolesov@yandex.ru

Гуляев Максим Леонидович, ассистент кафедры САТМ Тюменского государственного нефтегазового университета, e-mail: gulyev_ml72@mail.ru

Сорокин Денис Александрович, ассистент кафедры САТМ Тюменского государственного нефтегазового университета, e-mail: den@yandex.ru

UDC 656

Kolesov V.I., Gulyayev M.L., Sorokin D.A.

Tyumen state oil and gas university, e-mail: gulyev_ml72@mail.ru

ABC-XYZ-ANALYSIS OF ROAD TRAFFIC ACCIDENTS IN THE CITY

The authors proposed ABC-XYZ-analysis in the field of road safety town, taking into account the structure of road accidents.

Key words: analysis, transport risk, dynamics, structure.