УДК 656.13

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ПУЛЬСАЦИИ МЕСТ КОНЦЕНТРАЦИИ ДТП

Канд. техн. наук **А.Л. Рыбин**
(ФАУ «РОСДОРНИИ»)
Конт. информация: Rybin@rosdornii.ru

Статья касается исследования эффекта пульсации мест концентрации ДТП на улично-дорожной сети (УДС) городских агломераций. Предлагается оценивать степень концентрации ДТП на УДС, используя кривую и показатель Лоренца.

Ключевые слова: *дорожно-транспортные происшествия (ДТП), пульсация мест концентраций ДТП, концентрация ДТП на улично-дорожной сети.*

В настоящее время в субъектах Российской Федерации реализуется национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги», который стал продолжением проекта комплексного развития транспортной инфраструктуры городских агломераций (далее – ПКРТИ), начатого в 2016 г. Одной из главных целей данного национального проекта является сокращение к 2024 г. (в 2 раза по сравнению с 2017 г.) количества мест концентрации дорожно-транспортных происшествий (МКДТП) на дорожной сети субъектов Российской Федерации.

В документах национального проекта отмечено, что снижение количества аварийно-опасных участков должно быть достигнуто за счет проведения работ по строительству, реконструкции, капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог, объектов улично-дорожной сети (УДС) и иных объектов, работ по организации дорожного движения и повышению безопасности дорожного движения, в том числе за счет оборудования участков дорожной сети тросовыми и барьерными ограждениями, средствами освещения, искусственными неровностями для ограничения скоростного режима, оборудования перекрестков и наземных пешеходных переходов средствами освещения и светофорного регулирования, оснащения наземных пешеходных переходов и мест остановок общественного транспорта защитным и информационным оборудованием, введения ограничений скоростного режима.

На первом этапе проекта были выделены 38 крупнейших городских агломераций страны, в которых, по данным статистки ДТП за 2016 г., были выявлены МКДТП и проведены мероприятия по их

устранению и повышению безопасности.

Следует отметить, что Федеральным законом ФЗ №196-96 Российской Федерации «О безопасности дорожного движения» в 2016 г. за владельцами автомобильных дорог закреплена обязанность по организации ежегодного (до 1 июля следующего за отчетным года) утверждения перечня МКДТП и разработке первоочередных мер, направленных на устранение причин и условий совершения ДТП.

Уже по итогам 2017 г. в сравнении с базовым 2016 г. в данных агломерациях удалось сократить количество МКДТП с 2214 до 686, т.е. в 3,2 раза. Фактически это сокращение можно оценить как управляющее воздействие на повышение БДД. Однако в это же время появилось 1241 или 64,4 % новых МКДТП, что говорит об их пульсации по годам, т.е. возникновении новых МКДТП.

О пульсации МКДТП известно давно, однако до настоящего времени в научной литературе этот эффект не исследовался **[1, 2]**. В чем же суть этого явления, и как оно характеризует уровень состояния БДД в агломерациях? Какие существуют закономерности такой пульсации?

Стабильность МКДТП на конкретных участках УДС указывает на наличие постоянно действующих факторов, к которым следует относить, прежде всего, параметры геометрических элементов дорог на самом таком участке ДТП, а также неблагоприятное их сочетание с параметрами геометрических элементов на смежных участках. Нестабильность возникновения МКДТП на разных участках УДС по годам может дополнительно свидетельствовать о влиянии переменных факторов, связанных с изменением эксплуатационного состояния и уровня содержания дорог.

Причина такого эффекта связана с вероятностным характером самих ДТП, совершение которых зависит от многих неблагоприятных причин и факторов, возникающих в системе *«человек-автомобиль-дорога»*, и поэтому трудно прогнозируемых.

Имеющаяся статистика появления за год новых МКДТП в 38 городских агломерациях страны дает возможность проанализировать ряд закономерностей процесса пульсации МКДТП в данных субъектах.

При этом можно отметить ряд принципов. Появление новых МКДТП по всем 38 городским агломерациям колеблется в диапазоне 40-100 %. Отмечается, что с увеличением количества МКДТП в агломерации снижается процент появления новых МКДТП (**рис. 1**).

Величина пульсации МКДТП на УДС агломераций (городов, областей, республик) может быть оценена с помощью коэффициента пульсации МКДТП ($k_п$):

$$k_n = \frac{N_{нов}}{N_{об}} 100\ \% \quad , \qquad \textbf{(1)}$$

где

$N_{нов}$ – число зафиксированных новых МКДТП по сравнению с аналогичным периодом прошлого года на территории субъекта;

$N_{об}$ – общее число МКДТП на территории субъекта за текущий период.

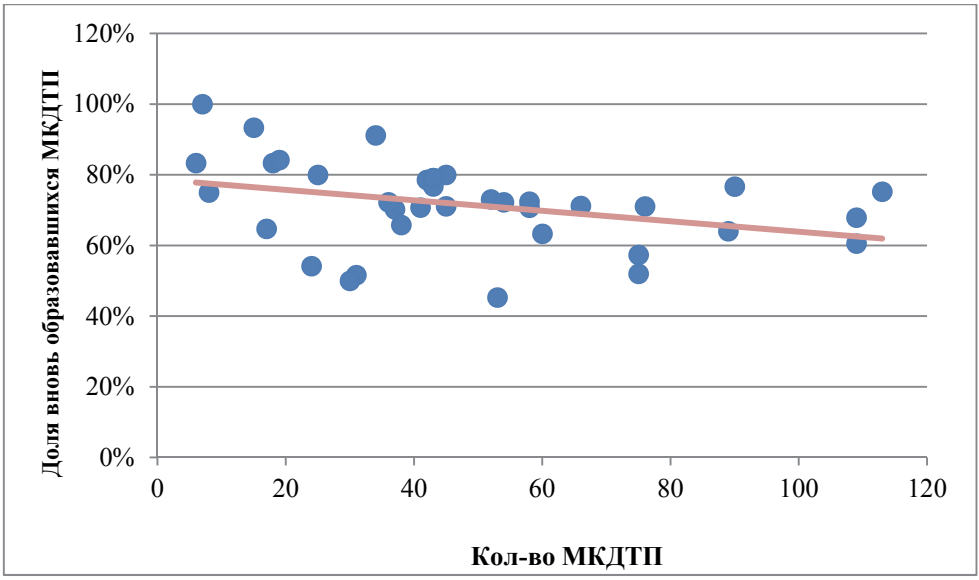

Рис. 1. Распределение новых образовавшихся МКДТП от общего их количества на УДС по агломерациям

Для стандартизации коэффициента пульсации МКДТП в агломерациях по годам используются С-карты для пуассоновских величин **[3]**. Процедура С-карты дает возможность стандартизировать показатели (в нашем случае значений доли вновь образовавшихся МКДТП). Для оценки значений показателей используются внешние границы регулирования на уровне ± 3δ, где σ – среднеквадратическое отклонение случайной величины.

Согласно распределению Пуассона, если вероятность возникновения ДТП постоянна и среднее число ДТП за одно и то же базовое время равно *m*, то вероятность *P(x)* ДТП составит:

$$P(x) = \frac{m^x e^{-m}}{x!} \quad . \qquad \textbf{(2)}$$

Исходя из результатов анализа и с учетом отклонения значения нормальной величины показателя (μ) не более чем на ± 1 δ, приведем классификацию значений показателя пульсации МКДТП на УДС сети агломераций (**табл. 1**). При уровне доверительной вероятности 0,95 (с округлением значения показателей до целых) можно дать следующую классификацию этому показателю.

Таблица 1

Значения показателя пульсации МКДТП на УДС агломераций

Показатель	***Пульсация МКДТП, %***		
	слабая	средняя	высокая
Значение показателя, k_n	менее 56	56 – 81	более 81

Неравномерность распределения МКДТП на УДС и степень концентрации в них ДТП можно оценить, используя кривую и показатель Лоренца **[4]**.

С помощью кривой Лоренца можно графически представить распределение МКДТП на территории агломерации или города (**рис. 2**). Если значительная часть МКДТП сосредоточена на небольшой территории, то можно говорить о высокой степени концентрации МКДТП. При построении этой кривой по горизонтальной оси откладывают относительные накопленные частоты числа МКДТП от их общего числа, а по вертикальной оси – относительные накопленные частоты ДТП (**рис. 3**). Полученные точки соединяют отрезками.

Рис. 2. Распределение МКДТП в г. Саранске в 2017 г.

Рассмотрим распределение ДТП в МКДТП на УДС г. Саранска по данным за 2017 г. (**табл. 2**).

Таблица 2

Распределение ДТП в МКДТП на УДС г. Саранска

Кол-во ДТП	*Число МКДТП*	*Общее число ДТП в МКДТП*	*Относительные частоты*		*Относительные накопительные частоты, %*	
			Число МКДТП	*Кол-во ДТП*	*Число МКДТП*	*Кол-во ДТП*
3	3	9	0,143	0,082	14,3	8,2
4	6	24	0,285	0,216	42,8	29,8
5	3	15	0,143	0,135	57,1	43,3
6	3	18	0,143	0,162	71,4	59,5
7	3	21	0,143	0,189	8,57	78,4
8	3	24	0,143	0,216	100,0	100
Всего	21	111	1,0	1,0	–	–

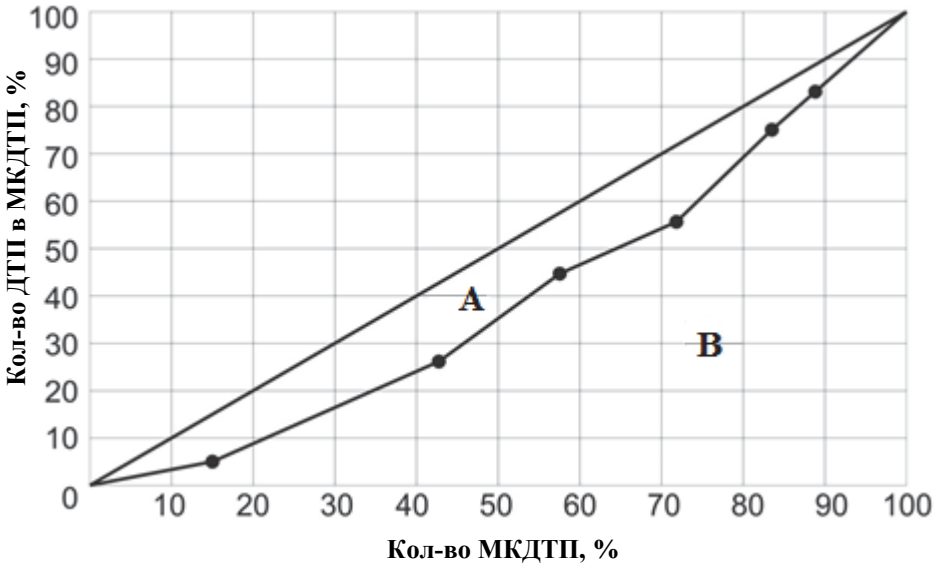

Рис. 3. Кривая Лоренца при оценке сосредоточения ДТП в МКДТП на УДС г. Саранска

Если бы распределение ДТП было строго равномерным, то 15 % МКДТП включали в себя 15 % всех таких ДТП, а 45 % МКДТП включали бы 45 % и т.д. В этом случае кривая Лоренца была бы биссектрисой координатного угла или линией равномерного распрямления. По этому графику можно оценить степень концентрации МКДТП, вычисляя площадь фигуры *A*, ограниченной линией равномерного распределения и кривой Лоренца. Если принять площадь квадрата за 1, то удвоенная площадь фигуры *A* будет равна разности 1 минус удвоенная площадь фигуры *B*. Последняя легко вычисляется как сумма площадей трапеций, составляющих фигуру *B*. Чем сильнее кривая Лоренца отклоняется от линии равномерного распределения, тем выше концентрация ДТП в МКДТП на УДС.

Степень концентрации ДТП в МКДТП можно определить по коэффициенту Лоренса:

$$L = \frac{\sum_{i=1}^{k} | v_{xi} - v_{yi} |}{2} \times 100\% \quad , \qquad \textbf{(3)}$$

где

k – число интервалов группировки;

v_{xi} – относительная частота i-го интервала группировки МКДТП;

v_{yi} – относительная частота i-го интервала группировки количества ДТП.

Для нашего случая получаем:

$$L = (1/2 * (|0,143 - 0,082| + |0,285 - 0,216| + |0,143 - 0,135| + |0,143 - 0,162| + |0,143 - 0,216|) * 100\ \% = 11,5\ \%.$$

Полученное значение коэффициента Лоренца свидетельствует о степени концентрации ДТП в МКДТП на УДС г. Саранска.

ВЫВОДЫ

1. При анализе МКДТП по годам на УДС 38 городских агломераций РФ наблюдается пульсация МКДТП, т.е. их возникновение на новых участках, которое составляет более 60 % в год.
2. Повторение МКДТП из года в год на одном и том же участке УДС свидетельствует о наличии постоянных неудовлетворительных дорожных условий, связанных с неудачными планировочными решениями расположения автомобильной дороги и ее обустройства. Устранение таких неблагоприятных факторов является первоочередной задачей повышения безопасности дорожного движения на УДС.
3. Для оценки пульсации МКДТП на УДС городских агломераций предложен показатель, характеризующий степень пульсации.
4. Для оценки степени концентрации ДТП в МКДТД на УДС в городских агломерациях предложено использовать кривую и показатель Лоренса. Расчеты приведены на примере г. Саранска.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Чванов В.В. Методы оценки и повышения безопасности дорожного движения с учетом условий работы водителя / В.В. Чванов. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 416 с.*
2. *Рунэ Э. Справочник по безопасности дорожного движения / Э. Рунэ, М.А. Боргер, Т. Ваа; пер. с норвеж. / Под редакцией проф. В.В. Сильянова. – М.: МАДИ (ГТУ), 2001 г. – 754 с.*
3. *Мердок Дж. Контрольные карты / Дж. Мердок. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 151 с.*
4. *Палий И.А. Прикладная статистика: учеб. пособие / И.А. Палий. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2000 г. – Ч. 1 – 79 с.*

L I T E R A T U R A

1. *Chvanov V.V. Metody ocenki i povysheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya s uchetom uslovij raboty voditelya / V.V. Chvanov. – M.: INFRA-M, 2010. – 416 s.*
2. *Rune E. Spravochnik po bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya / E. Rune, M.A. Borger, T. Vaa; per. s norvezh. / Pod redakciej prof. V.V. Sil'yanova. – M.: MADI (GTU), 2001 g. – 754 s.*
3. *Merdok Dzh. Kontrol'nye karty / Dzh. Merdok. – M.: Finansy i statistika, 1986. – 151 s.*
4. *Palij I.A. Prikladnaya statistika: ucheb. posobie / I.A. Palij. – Omsk: Izd-vo SibADI, 2000 g. – Ch. 1 – 79 s.*

STUDY OF THE EFFECT OF PULSATION OF ROAD TRAFFIC ACCIDENT CONCENTRATION LOCATIONS

Ph. D. (Tech.) ***A.L. Rybin***
(FAI «ROSDORNII»)
Contact information: Rybin@rosdornii.ru

The effect of pulsation of traffic accident concentration locations on road network of urban agglomerations is investigated. It is proposed to estimate the degree of traffic accidents concentration on urban road network, using the Lawrence curve and index.

Key words: *road traffic accidents, pulsation of road traffic accident concentration locations, concentration of road traffic accidents on urban road network.*

Рецензент: канд. техн. наук Н.А. Лушников (ФАУ «РОСДОРНИИ»).
Статья поступила в редакцию: 24.06.2019 г.