

Внедрение данных предложений позволит определить объективные причины возникновения отдельных дорожно-транспортных происшествий, снизить материальные затраты при проведении качественного анализа. Обобщив информацию о значениях факторов, вызвавших происшествие, можно разработать действенные мероприятия по повышению безопасности дорожного движения на участках улично-дорожной сети Республики Беларусь.

УДК 656.13

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ АВАРИЙНОСТИ НА РЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕРЕКРЕСТКАХ ПО МЕТОДУ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ

Д. В. КАПСКИЙ

Белорусский национальный технический университет

В результате исследований транспортных потоков накоплен большой объем информации о закономерностях дорожного движения. При многообразии теоретико-методологических подходов и концепций существует проблемная ситуация, вызванная недостатком методов и моделей, направленных на описание особенностей возникновения аварий на регулируемых перекрестках, количественную оценку аварийности. Необходим пригодный к практическому применению метод, который позволял бы оценивать уровень аварийности как на стадии разработки и принятия проектных решений, так и при оценке существующих вариантов организации дорожного движения.

Теоретические основы методики количественной оценки (прогнозирования) аварийности путем определения потенциальной опасности разработал кандидат технических наук Ю. А. Врубель (БНТУ).

Потенциальная опасность – риск аварий, выраженный в условных единицах, характеризует вероятность возникновения аварии при заданных условиях.

Для построения адекватной модели зависимости аварийности от параметра потенциальной опасности проводились исследования на регулируемых перекрестках г. Минска с двухфазным циклом регулирования без трамвайного движения: транспортной нагрузки, условий движения, т. е. оценивались факторы, непосредственно влияющие на возникновение аварий для конфликтов типа «транспорт – транспорт». Изучались следующие области конфликтного взаимодействия транспортных потоков: конфликтная точка, конфликтная зона, перекресток.

Для учета специфики и тесноты образования конфликтных точек на перекрестке в методику было введено определение «конфликтной зоны», которая является промежуточным звеном между конфликтной точкой и перекрестком. Следовательно, конфликтные зоны являются более чувствительными к изменениям условий движения. **Конфликтная зона** – область проезжей части, включающая в себя одну и более конфликтных точек, в которой невозможна бесконфликтная остановка транспортных средств, ограниченная крайними точками эталонных участников конфликта. Возможность бесконфликтной остановки второстепенного эталонного автомобиля перед конфликтной точкой (зоной) является критерием наличия нескольких конфликтных зон, классифицируется как «**разрыв конфликтной зоны**». При графическом определении границ конфликтной зоны использовался эталонный автомобиль, габариты которого (длина и ширина) определялись следующим образом:

$$B_{\text{за}} = (5K_{\text{пн}} + 0,3)(1,8\sqrt{K_{\text{пн}}} + 0,3),$$

где $B_{\text{за}}$ – площадь эталонного автомобиля; $K_{\text{пн}}$ – коэффициент приведения транспортного потока по потоку насыщения; 5 и 1,8 – средняя длина и ширина конфликтного участника (легкового) соответственно, м.

Для расчета потенциальной опасности создана самоадаптирующаяся программа, позволяющая находить и менять на более значимые зависимости и коэффициенты базовой методики, в том числе и связи, оцениваемые с помощью критерия Фишера, строить уравнения регрессии для различных видов конфликта: межфазного и внутрифазного, а также конфликтов, образованных при работе перекрестка в нерегулируемом режиме. В процессе исследований определялась статистика, характеризующая тесноту связи между факторами и зависимой переменной, – коэффициент множественной корреляции. Доверительный уровень значимости γ принимался равным 0.05. Для проверки гипотезы существенности коэффициента множественной корреляции и согласованности уравнения

регрессии с экспериментальными данными применялась статистика критерия Фишера, которая также использовалась при оценке приемлемости различных вариантов моделей связи. Обработка результатов эксперимента проводилась с помощью метода наименьших квадратов посредством прикладных компьютерных математических пакетов.

Получены адекватные регрессионные модели (экспериментальные данные согласуются с полученными уравнениями регрессии – рассчитанные статистики критерия Фишера больше табличного значения ($F > F_{\text{т min}} = 3,84$)) (таблица 1).

Таблица 1 – Значения критерия Фишера для полученных моделей связи

Вид конфликта	Объем выборки	Исследуемый объект	Критерий Фишера	Табличные значения критерия Фишера ($\gamma = 0,05$)
Межфазный	955	Конфликтная точка	622	3,84
	104	Конфликтная зона	1280	3,941
	36	Перекресток	700,4	4,116
Внутрифазный	251	Конфликтная точка	255,3	3,84
	103	Конфликтная зона	420,2	3,943
	35	Перекресток	122,7	4,107
Нерегулируемый режим	1205	Конфликтная точка	2060	3,84
	207	Конфликтная зона	2239	3,84
	36	Перекресток	796,2	4,116

Наиболее статистически значимые зависимости аварийности от параметра потенциальной опасности получены для конфликтных зон, что подтверждает предложенную гипотезу, а также позволяет максимально более гибко учитывать изменения транспортной нагрузки и условий движения.

Точность усовершенствованного метода оценивалась с помощью коэффициента линейной ошибки аппроксимации (таблица 2).

Таблица 2 – Точность полученных моделей

Вид конфликта	Коэффициент множественной корреляции	Исследуемый объект	Коэффициент линейной ошибки аппроксимации
Межфазный	0,7	Конфликтная точка	1,28
	0,96	Конфликтная зона	0,69
	0,98	Перекресток	0,358
Внутрифазный	0,71	Конфликтная точка	1,105
	0,898	Конфликтная зона	0,9
	0,896	Перекресток	0,43
Нерегулируемый режим	0,795	Конфликтная точка	1,2
	0,957	Конфликтная зона	1,034
	0,979	Перекресток	0,675

Большей точностью обладают модели, полученные при анализе регрессионной зависимости между аварийностью перекрестка и потенциальной опасностью. Дискретность и случайность аварии в отдельной конфликтной точке влияет на точность полученных моделей при исследовании аварийности в конфликтных точках, делает их менее пригодными для применения.

В процессе исследований было установлено, что для моделей, полученных для внутрифазных конфликтов и конфликтов, образованных при работе перекрестка в нерегулируемом режиме, имеется «порог чувствительности», т. е. имеется потенциальная опасность при нулевой аварийности. Это подтверждает гипотезу о том, что отдельный перекресток в целом может работать безаварийно при наличии определенного числа конфликтов. Установленные пороговые значения позволяют при разработке решений по организации дорожного движения оптимизировать количество возможных конфликтов на перекрестке, сделав его, тем не менее, безаварийным.

Проведенные исследования позволили получить статистически значимые зависимости между аварийностью и комплексным параметром – потенциальной опасностью, пригодные к практическому применению для прогнозирования и количественной оценки аварийности на регулируемых перекрестках.

Использование разработанного метода позволит повысить адекватность результатов прогнозирования с малыми трудовыми затратами, будет способствовать уменьшению аварийности в дорожном движении, а также тяжести аварийных последствий в области безопасности дорожного движения.