

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ АВАРИЙНОСТИ ПО МЕТОДУ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ НА РЕГУЛИРУЕМЫХ ПЕРЕКРЕСТКАХ

Асп. КАПСКИЙ Д. В.

Белорусский национальный технический университет

Вероятное число аварий на исследуемом объекте определяется по формуле

$$P_A = \sum_{j=1}^M \eta_{poj} \left(\sum_{i=1}^{N_j} P_{oij} \right),$$

где P_A – расчетная аварийность данного вида, аварий/год; P_{oij} – базовая потенциальная опасность в конфликтной i -й точке по j -му виду конфликта (нерегулируемого, межфазного или внутрифазного), ед.; N_j – количество конфликтных точек j -го конфликта; M – число видов конфликтов; η_{poj} – коэффициент приведения для j -го вида конфликта к базовой опасности, аварий/ед. год.

Потенциальная опасность регулируемого перекрестка определяется по формуле

$$P_o = P_{op} \gamma + P_{онер} (1 - \gamma),$$

где P_o – суммарная потенциальная опасность регулируемого перекрестка; P_{op} – потенциальная опасность регулируемого перекрестка при работе в режиме регулирования; $P_{онер}$ – то же в нерегулируемом режиме; γ – продолжительность работы перекрестка в режиме регулирования;

$$\gamma = \frac{t_p}{t_{нагр}},$$

где t_p – продолжительность работы перекрестка в режиме регулирования, ч; $t_{нагр}$ – суммарная продолжительность работы перекрестка под существующей транспортной нагрузкой. Величины t_p и $t_{нагр}$ определяются экспериментальным путем, при отсутствии данных можно принимать $\gamma \approx 0,8$.

Рассмотренный выше алгоритм прогнозирования аварийности по методу потенциальной опасности позволяет учесть большинство факторов и их комбинаций, влияющих на возникновение аварий. Экспериментальные исследования входных параметров (характеристик дорожного движения) и выходных параметров (статистических данных об аварийности) на исследуемых участках улично-дорожной сети (УДС) должны обеспечить нахождение зависимости, которая бы позволила усовершенствовать уже имеющиеся теоретические основы по данному методу прогнозирования, более точно определить и оценить качество объекта дорожного движения (ОДД) по критерию опасности.

Структура исследований выглядит следующим образом:

1. Сбор данных-характеристик дорожного движения и статистики аварийности для заданной выборки исследуемых объектов.

2. Расчет потенциальной опасности для каждого объекта и нахождение зависимости между потенциальной опасностью и аварийностью.

3. Изменение расчетных зависимостей и повторный расчет потенциальной опасности до тех пор, пока не будет достигнута наивысшая сходимость результатов (машинный эксперимент).

Экспериментальные исследования включают: обследование условий движения, измерение характеристик транспортных потоков.

Задачами экспериментального исследования являются:

1. Сбор исходных данных и статистическая обработка.

2. Нахождение зависимости между потенциальной опасностью и количеством аварий.

3. Разработка методики прогнозирования аварийности методом расчета потенциальной опасности.

Проводился пассивный машинный эксперимент. Решались задачи: одновременного варьирования всеми переменными, определяющими процесс возникновения аварий, по специальным правилам – алгоритмам; поиска оптимальных условий; выбора существенных факторов; оценки и уточнения констант существующей теоретической методики.

Выходной параметр – количество аварий. Входной параметр – потенциальная опасность.

Программа для расчета потенциальной опасности возникновения конфликта типа «транспорт–транспорт» на регулируемых перекрестках при регулируемых и нерегулируемых режимах его работы исполнена на языке программирования «DELPHI».

Входная информация содержит необходимые сведения об интенсивности и скорости движения, составе конфликтующих транспортных потоков, параметрах светофорного цикла, условиях движения, типах пересечения, видах конфликта, названии конфликтной точки.

Исходные данные вводятся расчетчиком самостоятельно в диалоговом окне. В зависимости от типа пересечения и вида конфликта в программу заносится определенный перечень исходных данных:

- коэффициент влияния конфликтных потоков на вероятность возникновения конфликта; фактическое расстояние видимости; разрешенная скорость движения на данном участке; коэффициент сцепления; коэффициент неравномерности (скользкость); ширина полосы движения; величина продольного уклона (спуск); скорость движения транспортных потоков на подходе к перекрестку; коэффициент присутствия инспектора;

- угол между траекториями движения конфликтующих потоков;

- расстояние от конфликтной точки до стоп-линии со стороны главного и второстепенного транспортных потоков;

- параметры светофорного цикла (длительность горения зеленого сигнала для данного направления; длительность горения желтого сигнала для второстепенного транспортного потока; продолжительность переходного интервала; мигание зеленого сигнала; длительность цикла);

- вид конфликта (межфазный или (и) внутрифазный, нерегулируемый (по умолчанию)); номер конфликтной точки;

- количество замеров интенсивности движения, скорости движения транспортных потоков, потока насыщения для конфликтующих направлений;

- количество аварий, совершенных в данной точке (зоне) за три года;

- длительность работы перекрестка в регулируемом режиме по отношению к общему времени работы.

Далее в отдельных окнах расчетчиком вводятся исходные данные для определения интенсивности движения транспортных потоков, скорости движения конфликтующих потоков и потока насыщения.

Для устранения последствий неправильного (ошибочного) ввода данных в программе предусмотрена возможность возврата предыдущего исполнения («BACK», а затем «NEXT»). После завершения ввода данных происходит расчет с автоматическим запросом на сохранение информации, которую можно сразу же просмотреть. При необходимости определения потенциальной опасности в другой конфликтной точке (зоне) экран программы обновляется автоматически с сохранением ранее введенной информации, и происходит новый ввод информации или корректура ранее введенной.

Выходная информация состоит из двух блоков: вопросов и сообщений, которые выводятся на экран дисплея и адресованы пользователю, а также данных о результатах работы программы, которые могут выводиться на печать.

Вопросы, выводимые на экран, содержат перечень необходимых исходных данных в соответствии с системой входной информации. Подсказки и сообщения, которые появляются на экране, помогают пользователю ориентироваться в перечне вводимых исходных данных и действиях, совершаемых над ними.

Данные о результатах работы программы, автоматически сохраняющиеся и выводимые на печать, содержат все введенные исходные данные с названиями соответствующих переменных, под которыми они используются в программе, и данные о результатах расчета.

Сохраняются и печатаются следующие переменные:

- начальная вероятность конфликта в данной точке;

- вероятность появления в конфликтной зоне одновременно двух и более конфликтующих участников;

- коэффициенты вида конфликта, скоростей, плотности транспортного потока, условий, нарушений;

- интенсивность и скорость движения, поток насыщения по конфликтным направлениям (математическое ожидание, коэффициент вариации, среднее квадратическое отклонение, максимальное значение);

- потенциальная опасность в данной конфликтной точке (зоне) и суммарная потенциальная опасность на рассматриваемом перекрестке.

Все исходные данные, задаваемые вначале вручную, образуют файловую базу данных, которая содержит исходные данные, необходимые для расчета потенциальной опасности, а также результаты расчета потенциальной опасности по существующей методике. Внутри каждый файл, имеющий название, соответствующее конфликтной точке перекрестка, разбит на секторы или подсистемы, содержащие набор сведений и показателей, что обеспечивает их упорядоченный

сбор, контроль, ввод в ЭМВ, хранение, обработку и выдачу.

Программное обеспечение выполняет следующие функции:

1. Управление базой данных. Возможность ввода данных, контроль за вводимой информацией; запись и корректировка информации; извлечение исходных данных для дальнейшей обработки и т. д.

2. Анализ полученных расчетных данных специальными программами математической обработки данных.

3. Генерация сообщений. Результаты обработки данных представлены в виде, удобном пользователю (таблицы, графики, диаграммы).

4. Генерация программы. Обеспечивает настройку программного комплекса (блока расчета потенциальной опасности) в зависимости от полученных расчетных значений и зависимостей.

Исследования ведутся на регулируемых перекрестках с двухфазным циклом регулирования.

Выделяются внутри- и межфазные конфликты «транспорт–транспорт» в регулируемом режиме работы перекрестка и конфликты, которые возникают в нерегулируемом режиме (рис. 1).

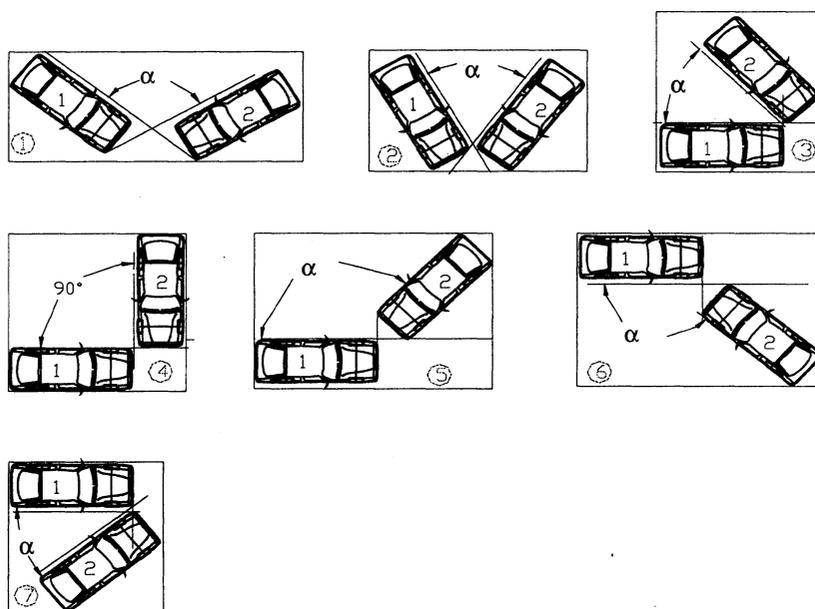


Рис. 1. Конфликты «транспорт–транспорт» (двухфазная организация цикла): 1 – левоповоротные потоки (внутрифазный конфликт); 2 – левоповоротные потоки (межфазный конфликт); 3 – транзитный левоповоротный (межфазный либо внутрифазный конфликт в случае движения на дополнительную секцию светофора); 4 – транзитные потоки (межфазный конфликт); 5 – транзитный левоповоротный (внутрифазный конфликт); 6 – транзитный левоповоротный (межфазный конфликт); 7 – транзитный правоповоротный (межфазный либо внутрифазный конфликт в случае движения на дополнительную секцию светофора)

Расчет потенциальной опасности производится для конфликтных точек (КФТ), конфликтных зон (КФЗ) и перекрестков в целом.

При взаимодействии двух конфликтующих участников образуется конфликтная точка, которая имеет элементарную конфликтную зону. Данная зона образуется из-за возможного отклонения от идеальной траектории движения каждого из конфликтующих участников (за идеальную траекторию принято движение транспортного средства по центру своей полосы движения). На

реальном регулируемом пересечении число конфликтных точек определяют с учетом числа полос движения по каждому направлению и разрешенных направлений движения (рис. 2).

В общем случае понятие «конфликтная зона» применительно к взаимодействию нескольких конфликтующих участников и определяется как «...конкретное ограниченное пространство, включающее в себя несколько конфликтных точек (зон), в котором одновременно могут находиться несколько конфликтующих участников».

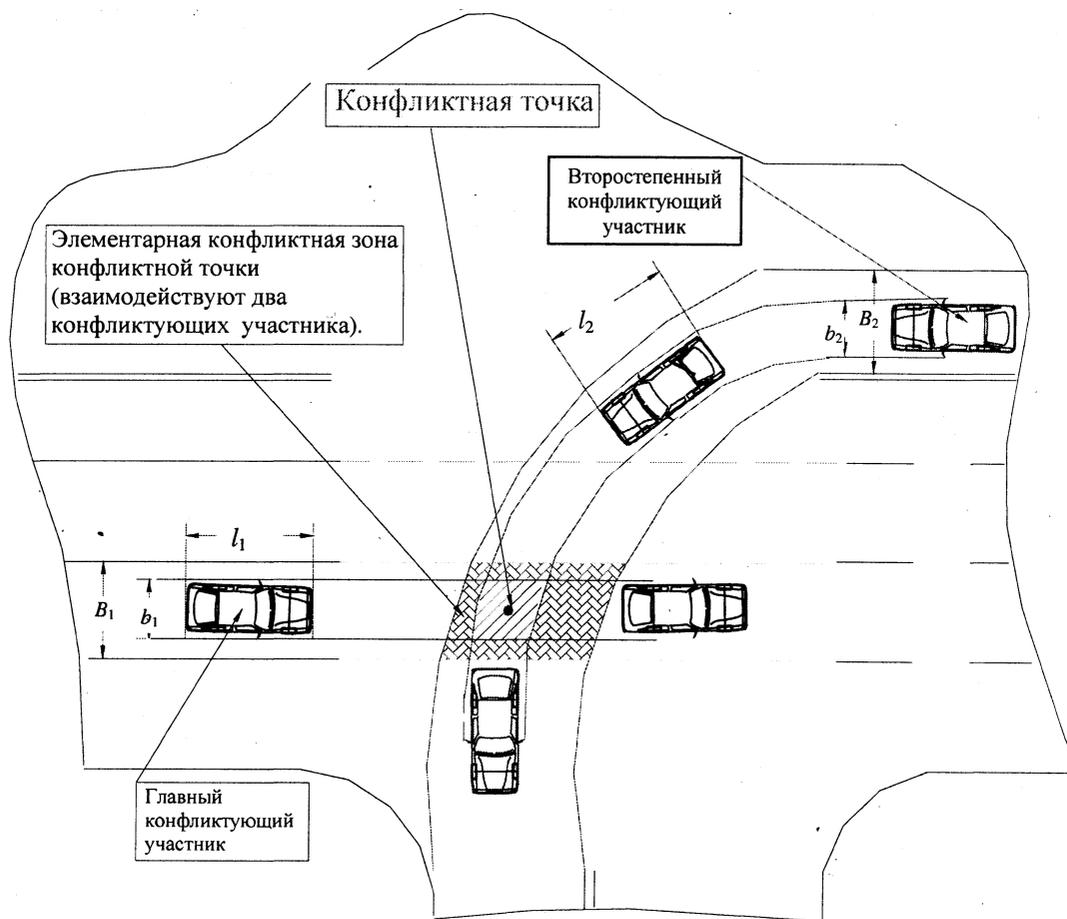


Рис. 2. Схема элементарной конфликтной зоны

Границы конфликтных зон определялись графически (рис. 3) с использованием автомобиля, габариты которого (длина и ширина) рассчитывались по формуле:

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

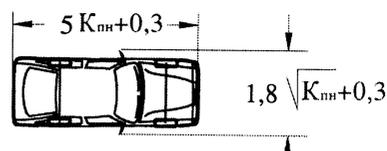


Рис. 3. Эталонный автомобиль при определении параметров конфликтной зоны

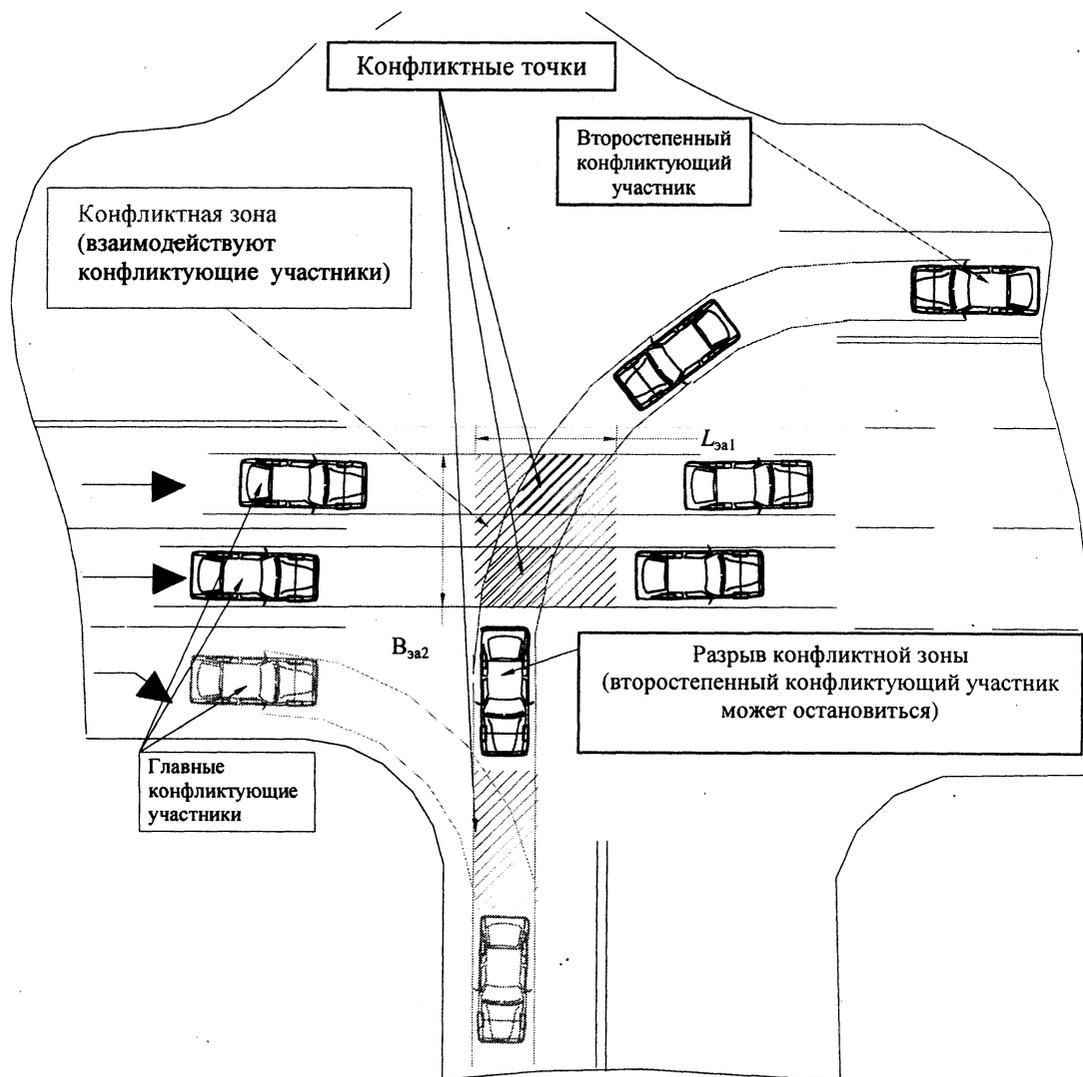


Рис. 4. Образование конфликтной зоны

С этих позиций возможно рассматривать весь перекресток (в зависимости от геометрии и специфики) как одну неделимую КФЗ. Критерием наличия различных (нескольких) КФЗ является возможность бесконфликтной остановки второстепенного эталонного автомобиля перед КФТ – разрыв КФЗ. Определяющим является второстепенный автомобиль, поскольку главный участ-

ник имеет преимущество при движении, и второстепенный должен ему уступать.

На основе теоретических данных получены статистически значимые модели связи аварийности и параметра потенциальной опасности (критерий Фишера для моделей составил не менее 90, а табличное значение критерия Фишера не превысило 4,17).

| Параметр | Значение | Критерий Фишера | Среднее значение |
|-----------------------|----------|-----------------|------------------|
| Плотность трафика | 0,1 | 95 | 0,1 |
| Скорость движения | 10 | 90 | 10 |
| Ширина проезжей части | 10 | 90 | 10 |
| Средняя скорость | 10 | 90 | 10 |