

Источником данных для работы системы являются дорожные метеостанции, общедоступные метеоданные, информация метеорадаара, а также данные термокартирования дорог. Для проведения термокартирования создана мобильная лаборатория и разработана методика проведения измерений и использования результатов.

С целью автоматизации использования оборудования для зимнего содержания ведутся работы по применению в этом процессе GPS-оборудования и географических информационных систем.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. **Чернюк, Н. И.** Перспективы и проблемы автоматизации зимнего содержания автомобильных дорог / Н. И. Чернюк, И. В. Нестерович, С. В. Богданович // Современные технологии, машины и материалы для зимнего содержания автомобильных дорог: материалы междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 17–18 февр. 2005 г. / М-во образования Респ. Беларусь [и др.]. – С. 6–7.
2. **Нестерович, И. В.** Автоматизация технологических процессов и управления зимним содержанием / И. В. Нестерович // Современные технологии, машины и материалы для зимнего содержания автомобильных дорог: материалы междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 13–15 февр. 2008 г. / М-во образования Респ. Беларусь [и др.]. – С. 8–9.
3. **Леонович, И. И.** Прогнозирование зимней скользкости автомобильных дорог / И. И. Леонович, С. В. Богданович, В. И. Жилинский // Вестник БНТУ. – 2007. – № 1. – С. 50–55.
4. **ТКП 100-2007(02191).** Порядок организации и проведения работ по зимнему содержанию автомобильных дорог / М-во транспорта и коммуникаций. Департамент «Белавтодор». – Минск, 2007. – 79 с.
5. **Богданович, С. В.** Анализ использования дорожных измерительных станций при зимнем содержании автомобильных дорог / С. В. Богданович, В. И. Жилинский // Современные технологии, машины и материалы для зимнего содержания автомобильных дорог: материалы междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 17–18 февр. 2005 г. / М-во образования Респ. Беларусь [и др.]. – С. 23–24.
6. **Методика** термокартирования дорожных покрытий / М-во транспорта и коммуникаций. Департамент «Белавтодор». – Минск, 2005. – 10 с.

Поступила 5.05.2008

УДК 656.13.08

## АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДХОДОВ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ АВАРИЙНОСТИ В ДОРОЖНОМ ДВИЖЕНИИ

*Канд. техн. наук, доц. КАПСКИЙ Д. В.*

*Белорусский национальный технический университет*

Аварийность – одна из самых насущных и болезненных проблем в дорожном движении. Ежегодно в Республике Беларусь происходит около 150000 аварий, в которых погибает более 1500 чел. и получают ранения около 9000 чел., а суммарные социально-экономические потери от аварийности в 2007 г. составили около 250 млн дол. [1, 2]. С ростом уровня автомобилизации потери от аварийности будут неуклонно возрастать. Поэтому борьба с аварийностью является задачей государственной важности, задачей общенационального масштаба.

Аварийность в основном зависит от четырех групп факторов – человек, автомобиль, дорога, организация дорожного движения. Борьба с аварийностью должна вестись по всем этим направлениям с использованием самых разнообразных методов и средств. И здесь особую значимость приобретает прогнозирование аварийности, позволяющее принимать оптимальные решения.

К сожалению, существующие сегодня методы прогнозирования аварийности отличаются крайне невысокой точностью прогноза, что

сдерживает их применение и снижает эффективность борьбы с аварийностью. Поэтому необходимы серьезные усилия по совершенствованию существующих и развитию новых методов прогнозирования аварийности [1, 3].

Прогнозирование аварийности – составная часть работ по оценке качества дорожного движения. Для снижения аварийных потерь необходимо каждое решение по организации дорожного движения оценить и оптимизировать по вероятным последствиям, в первую очередь – по аварийности. Но для этого нужны такие методики прогнозирования, которые могли бы адекватно реагировать на любое изменение характеристик движения, причем не только на реальном, но и на проектируемом объекте.

Без надежного прогнозирования невозможно оптимизировать управление, невозможно снижение аварийности. К сожалению, сегодняшние методы прогнозирования не позволяют

в полной мере решать практические задачи по оптимизации решений на стадии разработки или проектирования [2].

Рассмотрим подробнее сложившееся положение в этой области.

Существуют четыре основные группы методов прогнозирования аварийности: статистическая, конфликтных ситуаций, потенциальной опасности и экспертная (рис. 1).

Как уже отмечалось, существуют различные дорожно-транспортные ситуации, под которыми понимают характерное состояние процесса движения, ограниченного (небольшими) пространственными и временными пределами. Они могут сильно отличаться друг от друга как по вероятности возникновения и реализации конфликта, так и по степени тяжести коллизий. Различают и области применения методов прогнозирования в зависимости от дорожно-транспортных ситуаций, на базе которых делается прогноз.

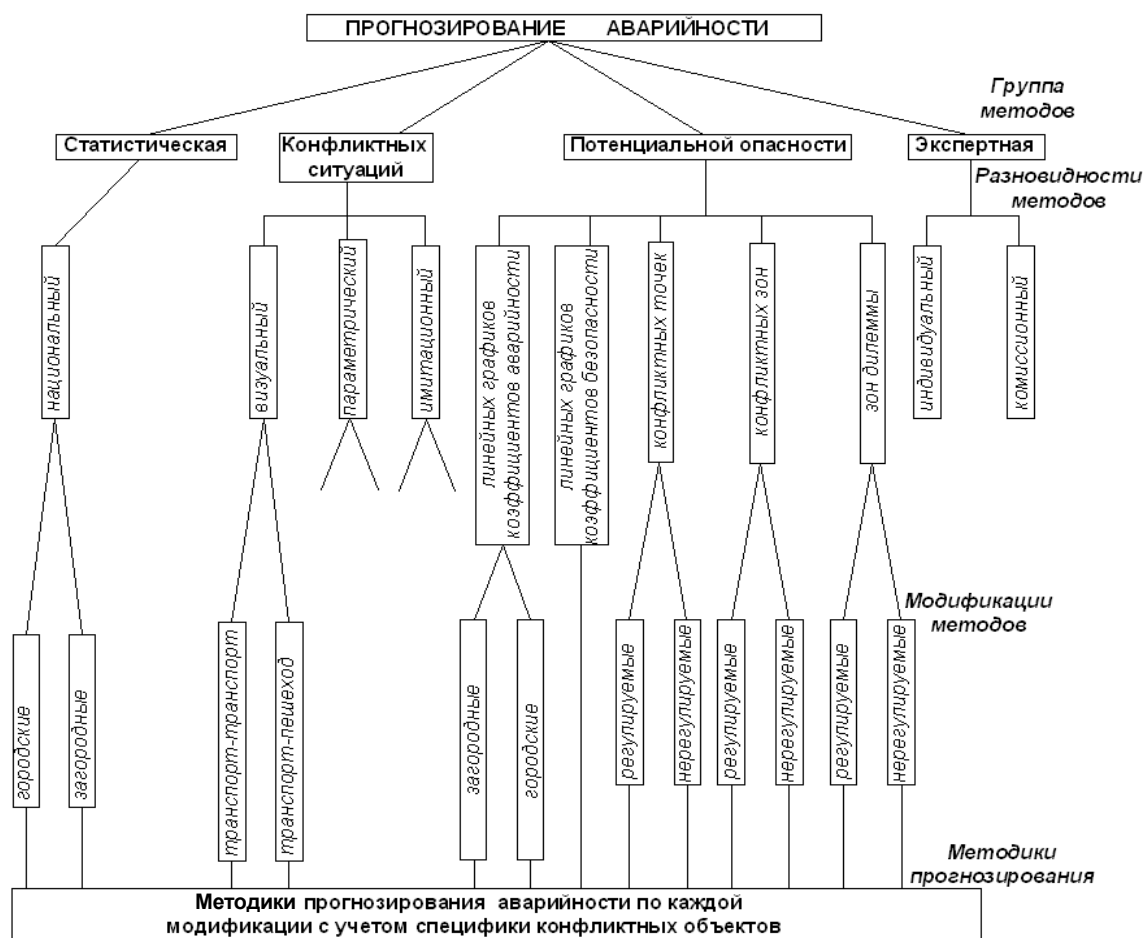


Рис. 1. Классификация методов прогнозирования аварийности

Статистическая группа методов использует накопленный опыт влияния различных мероприятий на аварийность, делает прогноз на основании статистики аварийности за прошедший период и обязательно требует наличия реального объекта (рис. 2). Эти методы применимы в основном для предварительной оценки эффективности тех или иных мероприятий, внедряемых на реальных объектах улично-дорожной сети.

Группа методов конфликтных ситуаций использует перевод измеренного числа конфликтных (т. е. очень опасных, видимых) ситуаций в вероятное число аварий и обычно требует наличия реального объекта, на котором

производятся измерения (рис. 3). Методы позволяют быстро, в течение нескольких часов наблюдений выявить существующие недостатки, приводящие к авариям, и разработать соответствующие мероприятия по их устранению. Применяются, как правило, на вновь построенных или реконструированных объектах с целью своевременной корректировки решений по планировке и организации дорожного движения.

Визуальный метод конфликтных ситуаций использует информацию наблюдения (непосредственно специалистом или с использованием видеоаппаратуры) за конфликтным взаимодействием транспортных и пешеходных потоков и выявлением конфликтных ситуаций.

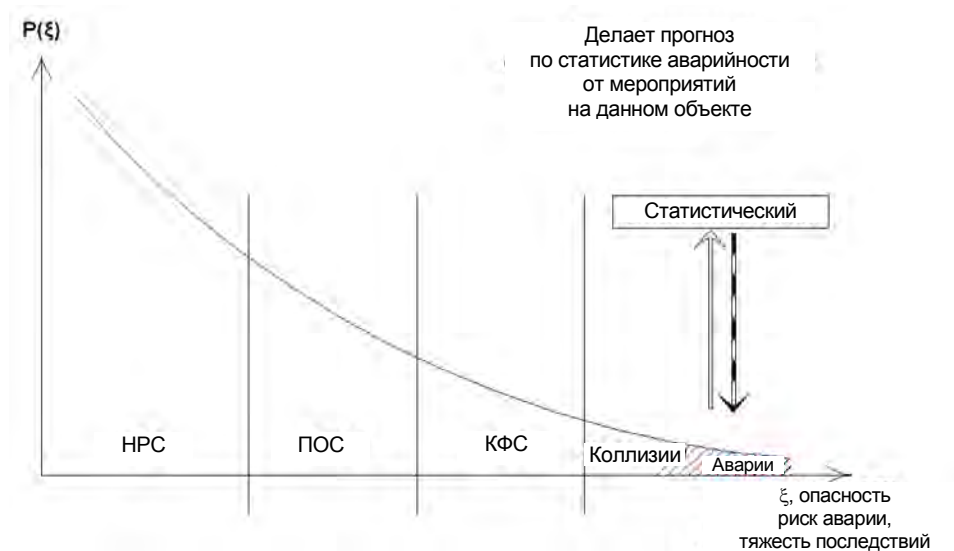


Рис. 2. Область использования статистической группы методов

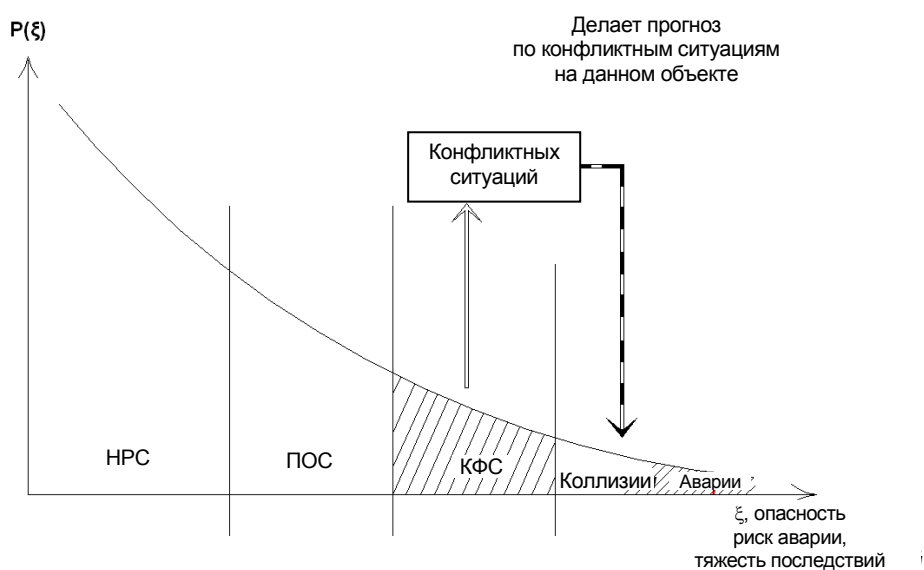


Рис. 3. Область использования группы методов конфликтных ситуаций

Параметрический метод основан на отнесении к определенной степени тяжести той или иной конфликтной ситуации в зависимости от критических замедлений (ускорений) автомобилей при конфликтном взаимодействии.

Имитационный метод конфликтных ситуаций основан на математическом моделировании конфликтного взаимодействия транспортно-пешеходных потоков на объекте.

Группа методов потенциальной опасности не требует ни реального объекта, ни статистики аварийности, а дает прогноз по совокупности факторов, влияющих на аварийность, которые можно либо измерить на реальном объекте, либо задать в любой комбинации при проектировании (рис. 4).

Поэтому она применима для оптимизации решений как на реальном объекте, так и на стадии разработки или проектирования.

Потенциальная опасность – это невидимая, скрытая опасность, которая является некой сложной, закодированной функцией многих факторов и множества их комбинаций – интенсивность, скорость, регулирование, условия движения и т. д. Поскольку полностью раскодировать эту функцию пока не удастся, задача сводится к тому, чтобы подобрать такие упрощенные зависимости, которые давали бы приемлемый по точности прогноз. Существуют четыре метода в группе потенциальной опасности

– метод линейных графиков, метод конфликтных точек, метод конфликтных зон и метод зон дилеммы.

Метод линейных графиков (В. Ф. Бабков) пригоден для прогнозирования аварийности на загородных дорогах и реализован в виде двух модификаций [4–6]. Модификация линейных графиков коэффициентов аварийности заключается в следующем. Исследуемая дорога разбивается на однородные участки, для которых из специальных таблиц выбираются частные коэффициенты аварийности, характеризующие влияние на аварийность отдельных факторов – ширины полосы, радиуса поворота, скользкости и т. д. Перемножив эти коэффициенты, а их около 18, получают итоговый коэффициент, по которому и судят о вероятном числе аварий на исследуемом участке. В модификации линейных графиков коэффициентов безопасности определяют места перепада скоростей от большей к меньшей – чем больше перепад, тем опаснее участок.

Метод зон дилеммы (Ю. А. Врубель, БНТУ) предназначен для прогнозирования столкновений с ударом сзади и основан на определении параметров, так называемой зоны дилеммы, в которой водители могут с равной вероятностью принимать два взаимоисключающих решения – либо продолжить движение, либо остановиться.

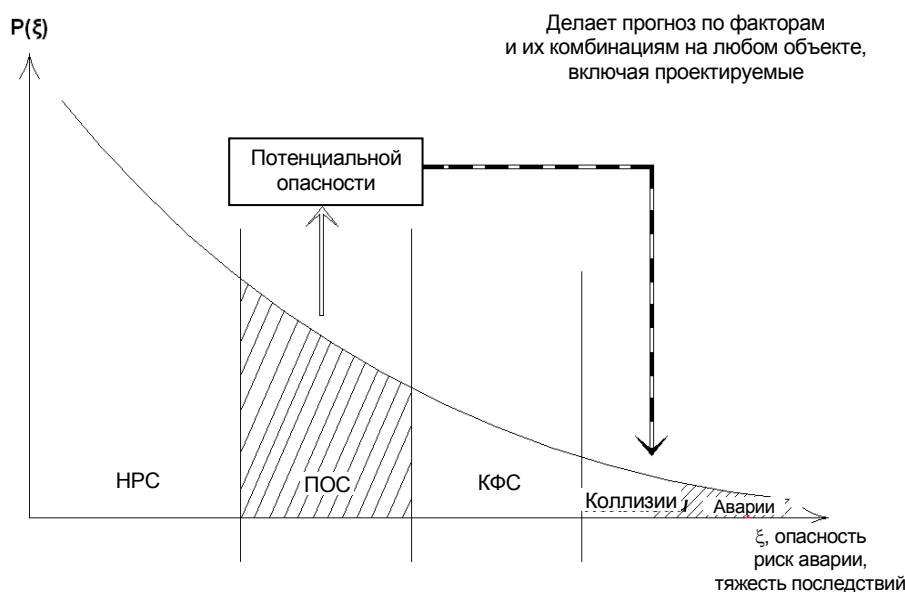


Рис. 4. Область использования группы методов потенциальной опасности

Вероятность аварии зависит от размеров зоны дилеммы, расстояния от нее до возникшего препятствия, ожидаемости этого препятствия, скорости движения, плотности потока и т. д.

Метод конфликтных точек, который впервые предложил Г. Раппопорт (ФРГ), заключается в подсчете потенциальной опасности в каждой конфликтной точке с последующим суммированием в пределах перекрестка [7]. Метод применим для прогнозирования аварийности на конфликтных объектах – перекрестках, пешеходных переходах и т. д. Первоначально подсчет потенциальной опасности проводился только по числу конфликтных точек и углу между траекториями движения конфликтующих участников. Затем в расчетную модель были введены интенсивность движения конфликтующих потоков и ее неравномерность и т. д.

Метод конфликтных зон в БНТУ (Ю. А. Врубель) в модель определения потенциальной опасности по конфликтным точкам ввел другие факторы (их около 100), дал понятие конфликтных зон, объединяющих группы взаимо-

связанных конфликтных точек, что принципиально изменило сущность прогнозирования и позволило получить количественную и качественную оценку прогнозируемых аварий. Были разработаны модификации метода прогнозирования аварийности на нерегулируемых и регулируемых перекрестках и пешеходных переходах.

Экспертная группа методов основана на использовании опыта высококвалифицированных специалистов (экспертов) по прогнозированию (рис. 5). Это люди, которые в силу накопленного опыта или природных данных могут предсказать аварийность на объекте, с которым они знакомятся либо воочию, либо по чертежам [8, 2]. В особых случаях привлекают нескольких экспертов, которые совместно предсказывают аварийность. Следует отметить, что прогнозирование аварийности экспертами – дело чрезвычайно сложное, «тонкое» и весьма приблизительное. Что касается настоящих экспертов, которые «угадывают» аварийность, то их, к сожалению, очень мало, а большинство из действующих «экспертов» мало пригодно к этой работе.

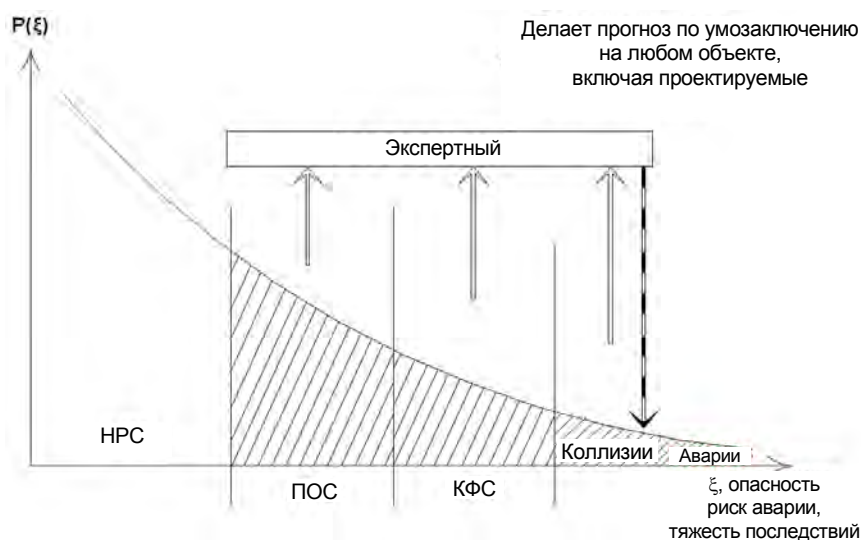


Рис. 5. Область использования экспертной группы методов

### ВЫВОД

Таким образом, одним из наиболее перспективных для прогнозирования аварийности на конфликтных объектах представляется метод

конфликтных зон, входящий в группу методов потенциальной опасности и позволяющий делать прогноз как на существующих, так и на проектируемых объектах. Этот метод, разработанный в БНТУ, при построении прогноза учи-

тывает более ста различных факторов и позволяет прогнозировать не только количество аварий, но и тяжесть их последствий. Углубленная проработка метода и адаптация его к перекресткам с локальным светофорным регулированием показали высокую эффективность и пригодность к практическому использованию. Необходимо продолжить работы по развитию этого метода и адаптации его к типовым конфликтным объектам, в первую очередь связанным с координированным регулированием и пешеходными переходами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Аналитический** сборник по аварийности. – Минск: ГУ «Полиграфический центр МВД Республики Беларусь», 2008. – 81 с.
2. **Врубель, Ю. А.** Определение потерь в дорожном движении / Ю. А. Врубель, Д. В. Капский, Е. Н. Кот. – Минск: БНТУ, 2006. – 252 с.
3. **Врубель, Ю. А.** Водителю о дорожном движении / Ю. А. Врубель, Д. В. Капский. – Минск: БНТУ, 2006. – 129 с.
4. **Бабков, В. Ф.** Дорожные условия и безопасность движения / В. Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
5. **Кликовштейн, Г. И.** Организация дорожного движения: учеб. для вузов / Г. И. Кликовштейн, М. Б. Афанасьев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1997. – 231 с.
6. **Лобанов, Е. М.** Транспортное планирование городов: учеб. для студ. вузов / Е. М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
7. **Rappoport, H. A.** Die Ausbildung plangeicher Knotenpunkte im Landstrassennetz / H. A. Rappoport. – Strassen und Tiefbau. – 1955. – № 8. – S. 499–510.
8. **Егоров, В. А.** Представление знаний в диагностической экспертной системе / В. А. Егоров, Я. С. Шатило, И. В. Рыжик // Проблемы автодорожного комплекса Саратовской области и пути их решения: материалы региональной науч.-практ. конф., Саратов, 16–17 мая 1996. г. Ч. 1. / Саратовский гос. техн. университет. – Саратов, 1996. – С. 86–87.

Поступила 14.04.2008