

Дана загальна характеристика проблеми підвищення безпеки дорожнього руху. Наведені результати по розробці методології підвищення безпеки руху в міськихосередках аварійності. Описано основні розроблені методологічні принципи, способи підвищення безпеки руху

Ключові слова: безпека руху, методологія, вогнище аварійності

Дана общая характеристика проблеме повышения безопасности дорожного движения. Приведены результаты по разработке методологии повышения безопасности движения в городских очагах аварийности. Описаны основные разработанные методологические принципы, способы повышения безопасности движения

Ключевые слова: безопасность движения, методология, очаг аварийности

A general description of the problem of road safety is given. The results on the development of methodologies improve traffic safety in urban centers of the road accident are adduced. The basic methodological principles developed, techniques improve road safety are described

Keywords: traffic safety, the methodology, the focus of the road accident

МЕТОДОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ В ГОРОДСКИХ ОЧАГАХ АВАРИЙНОСТИ: ПРИНЦИПЫ И СПОСОБЫ

Д. В. Капский

Кандидат технических наук, доцент, заведующий

Центром

Научно-исследовательский центр дорожного
движения

Белорусский национальный технический
университет

пр. Независимости, 65, г. Минск, Республика
Беларусь, 220013

Контактный тел.: (+375) 29-686-53-23, 17-292-48-06

E-mail: d.kapsky@gmail.com

1. Введение

Исследования, о которых идет речь в статье, относятся к области безопасности дорожного движения. Одним из актуальных вопросов является разработка методов и методик (способов) и принципов повышения безопасности дорожного движения. Эти вопросы исследовались многими отечественными и зарубежными учеными, однако существующий уровень издержек в дорожном движении позволяет говорить о том, что эта важнейшая задача до сих пор в достаточной мере не решена.

2. Постановка проблемы и анализ исследований

За шесть лет в Республике Беларусь произошло 554 521 аварий, в т.ч. с пострадавшими 41 914 аварии, в которых ранены 44 621 и погибли 8509 человек. По данным статистики в авариях ежедневно гибнут около 4 человек и около 18 получают ранения [1,2]. В связи с этим резко возросла роль организации дорожного движения в повышении его качества, определяемого совокупностью основных свойств – безопасностью, экологичностью, экономичностью и социологичностью [3]. Работы по повышению безопасности движения (его качества в целом) требуют дальнейшего совершенствования, чтобы сократить суммарные социально-экономические потери в до-

рожном движении, составляющие около 4,4 млрд долл./год. Основными составляющими потерь являются недостатки в организации дорожного движения (более 50%, в том числе в крупных и крупнейших городах – до 75%). Поскольку основной причиной аварий в очагах аварийности являются недостатки в организации дорожного движения, то повышение безопасности должно осуществляться ее методами. Эти методы эффективны, оперативны и некапиталоемки, и можно ожидать не только значительных, но и быстрых результатов. Однако это сдерживается отсутствием научно обоснованной методологии повышения безопасности движения.

Вопросам повышения безопасности дорожного движения и его эффективности, в том числе выбора оценочных критериев, а также влияния различных факторов на аварийность посвящен ряд работ А.И. Рябчинского, В.А. Аксенова, М.Б. Афанасьева, О.А. Дивочкина, Г.И. Клишковштейна, Ю.А. Кременца, В.И. Конопляно, Г.Я. Волошина, В.К. Доли, А.Ю. Михайлова, И.Н. Пугачева, В.Г. Живоглядова, В.В. Зырянова, А.П. Юрова, В.В. Чванова, В.П. Полищука, Ю.А. Врубеля, Р. Смида, Ф. Хайта, Д. Дрю, Р. Олсопа, Х. Иносэ, Т. Хамада и др.[4,5,6].

Выявлена проблема выбора оценочных критериев качества дорожного движения. Используемые в отечественной и зарубежной практике частные критерии, оценивающие различные свойства дорожного движения (аварийности, экономичности, экологич-

ности, социологичности), не позволяют оценить качество дорожного движения в целом. В настоящее время для этих целей могут применяться два комплексных оценочных критерия – «уровень обслуживания», дающий качественную оценку, и «потери в дорожном движении», дающие количественную (стоимостную) оценку, что позволяет сопоставлять их между собой, а также объективно и всесторонне оценивать качество дорожного движения на любом участке улично-дорожной сети.

Однако для использования критерия потерь необходимы методики их расчета для различных условий движения.

Отдельно рассмотрены методы прогнозирования аварийности, определяющие методический уровень деятельности по повышению безопасности дорожного движения, и проведен обзор исследований в области прогнозирования аварийности, которым посвящен ряд работ Г. Раппопорта, В.Ф. Бабкова, Д. Купера, В.В. Шештокаса, Д.С. Самойлова, Ю.А. Врубеля, С. Коллера, Х. Людвигсена, Р. Эльвика, П. Питзингера, К. Хайдена, Б. Цимолонга, С. Олдера и др.

3. Цель исследования

Целью исследования является разработка методики повышения безопасности движения в городских очагах аварийности.

4. Методологические основы повышения безопасности движения

Понятие «методология» имеет несколько отличающихся определений. В работе принято следующее определение: «Методология – система принципов и способов организации и построения теоретической и практической деятельности» [7]. Как следует из определения, методология объединяет в систему и принципы, и способы (методы, методики, средства и т.д.) организации деятельности. Ниже, в кратком изложении рассмотрены основные принципы и, объединенные в научно-методическую систему, основные используемые способы.

Создаваемая методология построена на *четырёх основных принципах*:

- минимизация суммарных потерь при оценке качества и выборе решений;
- сбалансированный учет аварийных и экологических потерь при выборе решений в неясных ситуациях;
- минимизация суммарной народнохозяйственной стоимости функционирования объекта при выборе мероприятий;
- обязательная оперативная контрольная оценка аварийной эффективности в процессе внедрения мероприятий.

Потери – это социально-экономическая стоимость невынужденных издержек процесса движения (аварии, задержки, остановки и перепробег транспорта, перерасход топлива, излишние выбросы вредных веществ и транспортный шум, нарушения закон-

ности и т.д.). Потери являются оценочным критерием качества дорожного движения.

Качество дорожного движения определяется совокупностью его основных свойств – безопасности (аварийности), экологичности, экономичности и социологичности. Качество каждого из этих свойств определяется отдельно своими частными оценочными критериями, которые несовместимы для разных свойств, что сильно затрудняет оценку совокупного (по всем основным свойствам) качества дорожного движения.

Поскольку оценочный критерий потери выражен в денежном эквиваленте, то он позволяет сопоставлять качество всех основных свойств в любой комбинации.

Кроме того, он позволяет сопоставлять качество дорожного движения с величиной затрат на достижение этого качества, поскольку и то и другое выражено в деньгах. Поэтому критерий потери очень удобен и нагляден при оценке сопоставляемых вариантов организации дорожного движения для небольших дорожно-транспортных систем и, особенно, для отдельных объектов – чем меньше потери, тем лучше вариант.

Однако критерий потери, несмотря на кажущуюся простоту, является довольно сложным и наукоемким.

Сегодня, пока он находится еще на стадии становления, существуют три основные проблемы, связанные с его применением. Во-первых, это сложность определения фактических и, тем более, прогнозируемых общих издержек процесса движения, включая вынужденные и невынужденные. Для этого должны быть разработаны действенные методики экспериментального определения (измерения) и прогнозирования всех издержек во всех четырех основных свойствах дорожного движения. При этом серьезную проблему представляет сбор и первичная обработка исходных данных, что обусловлено особенностями процесса дорожного движения – массовостью, рассредоточенностью, неравномерностью, непрерывностью и т.д.

Во вторых, это выбор критериев, разделяющих фактические издержки на вынужденные и невынужденные. Например, в аварийности, казалось бы, все просто – любая авария является невынужденной издержкой. Однако и здесь имеются вопросы, поскольку дорожное движение без аварий нереально. В экономичности ситуация несколько более сложная, поскольку, например, установленные законодательством ограничения скорости не всегда хорошо обоснованы. Что же касается неимоверного количества местных ограничений, то они, по сути, являются противозаконными. В экологических потерях вопросов еще больше. Например, из чего исходить при определении потерь от выбросов в атмосферу, если минимальные выбросы имеют место при скорости потока порядка 60-70 км/ч, а разрешенная скорость на загородных дорогах составляет 90 км/ч и на автомагистралях – 120 км/ч.

Имеются сложности с определением социально-экономической стоимости издержек, особенно имеющих значимую социальную составляющую. В

первую очередь это относится к аварийным и экологическим потерям.

В подобных ситуациях производится ранжирование аварийных и экологических потерь.

Ранжирование производится по доле социальной составляющей в общей социально-экономической стоимости издержек. Это объясняется тем, что величина социальной составляющей стоимости зависит от многих «неконкретных» факторов, таких как ментальность участников дорожного движения, идеологические установки, влияние экологического воздействия на человека и окружающую среду и т.д. – все это пока не исследовано надлежащим образом, особенно в количественном стоимостном выражении.

Кроме того, явно недостаточно исследованы социальные потери, в которых, предположительно, социальная составляющая весьма значительна. Поэтому считается, что в потерях социальная составляющая определена менее точно, чем экономическая, которая зависит от более «конкретных» факторов. Исходя из этих соображений, потери равной величины в общем случае ранжируются в следующей последовательности – аварийные, экологические и экономические. Поэтому, если в сопоставляемых решениях суммарные и экологические потери, примерно, равны, то приоритет отдается решению с меньшими аварийными потерями. Если же примерно равны суммарные и аварийные потери, то приоритет отдается решению с меньшими экологическими потерями. Выбор решений производится инженером либо самостоятельно, либо комиссионно.

Диапазон ранжирования определен на основании результатов исследования социально-экономической стоимости одной из самых труднооцениваемых издержек – аварий со смертельным исходом. Относительная (по отношению к ВВП) стоимость аварий в разных странах находится в диапазоне $\pm 0,12$ – именно эта величина принята в качестве диапазона ранжирования. Для предварительной оценки коэффициентов ранжирования определена доля социальной составляющей, Δ_c , в аварийных и экологических потерях.

Доля социальной составляющей в аварийных потерях Δ_{ca} , определена по данным за 2010 год: $\Delta_{ca}^{pt} = 0,68$ – для аварий с легкими ранениями; $\Delta_{ca} = 0,17$ – для аварий в целом, без указания тяжести последствий (средневзвешенная по количеству и стоимости аварий различной степени тяжести последствий).

Для определения доли социальной составляющей экологических потерь использованы следующие исходные данные: доля ущерба от экологического загрязнения, приходящаяся на здравоохранение [8, с. 98, табл. 2.4] – 0,50; доля обращающихся к врачу с заболеваниями, связанными с экологическим загрязнением – 0,35; доля транспортного комплекса в экологическом загрязнении [8, с. 94] – 0,40; доля дорожного движения в экологическом загрязнении транспортными комплексами [8, с. 94, табл. 2.1] – 0,84; доля социальной составляющей в расходах на лечение заболеваний, связанных с экологическим загрязнением (по аналогии с аварией с легким ранением) – 0,68. Расчетная доля социальной со-

ставляющей экологических потерь. Таким образом, социальная составляющая аварийных потерь, примерно, в 4,25 раза выше, чем экологических потерь, а диапазон ранжирования находится в пределах $\pm 0,12$. В результате округления получим предварительные приближенные значения коэффициентов ранжирования K_p : аварийные потери, $K_{pa} = 1,25$; экологические потери, $K_{ps} = 1,05$.

В Республике Беларусь работы по повышению безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности ведутся несистемно. В результате при довольно высоких темпах автомобилизации происходит неуклонный и быстрый рост очаговой аварийности. Чтобы изменить эту ситуацию, разработана научно-методическая система повышения безопасности движения в городских очагах аварийности, базирующаяся на современных методах анализа и прогнозирования аварийности, расчета потерь и выбора принимаемых решений.

Разработанная научно-методическая система включает четыре этапа работ:

- выбор объекта исследования;
- оценка существующего положения на объекте;
- поиск и выбор решений;
- выбор и внедрение мероприятий.

Выполнен анализ литературных источников по повышению безопасности дорожного движения, в основном, методами организации движения, и анализ существующего положения в дорожном движении Республики Беларусь. Установлено, что повышение безопасности дорожного движения методами организации движения особенно эффективно в городских очагах аварийности, при этом оно некапиталоемко и дает быструю отдачу. В Республике Беларусь процесс автомобилизации проходил очень бурно и поэтому еще не успели сформироваться собственные структуры управления системой дорожного транспорта и подсистемой организации дорожного движения, не сформировалась инженерная школа организации дорожного движения и отсутствует надлежащая методология управления движением, что приводит очень большим потерям.

Одним из путей ускоренного решения этой проблемы является создание научно-обоснованной методологии управления движением, на базе которой будет формироваться отечественная инженерная школа организации дорожного движения. Одним из первых шагов в этом направлении может и должно стать создание повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности, поскольку для этого в Республике Беларусь имеются хорошие предпосылки. Это ранее разработанные в Белорусском национальном техническом университете новый универсальный оценочный критерий качества дорожного движения, хорошо работающий на конфликтных объектах, и новый авторский высокоточный метод «Конфликтных зон» прогнозирования аварийности по потенциальной опасности, также предназначенный для конфликтных объектов и позволяющий давать прогноз еще на стадии принятия решений.

На основании изложенного решено разработать *методологию повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности* и программно-методическое обеспечение, позволяющее использовать методологию на инженерном уровне.

Разработана **методология повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности**, базирующаяся на известном и на новых методологических принципах и на новой научно-методической системе повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности, отличающаяся оценкой качества принимаемых решений по критерию минимизации суммарных потерь, оценкой качества внедряемых мероприятий по критерию минимизации суммарной народнохозяйственной стоимости функционирования исследуемого объекта и обязательной оперативной контрольной оценкой аварийной эффективности внедряемых мероприятий, позволившая резко, вплоть до ликвидации очага, снизить аварийность, и тем самым использовать один из возможных путей решения важнейшей социально-экономической и научно-технической проблемы – повышение безопасности и качества дорожного движения в Республике Беларусь.

Разработан **комплекс методологических принципов, включающий**

– принцип сбалансированного учета аварийных и экологических потерь при выборе наилучших решений, отличающийся тем, что в случае равенства суммарных потерь сопоставляемых решений производится ранжирование (повышение значимости) аварийных и экологических потерь и выбор производится по «ранжированным» суммарным потерям, позволяющий частично компенсировать неточности определения потерь, тем самым *повысить* точность оценки и вероятность выбора наилучших решений;

– принцип выбора внедряемых мероприятий по критерию минимизации суммарной народнохозяйственной стоимости функционирования объекта, отличающийся учетом одновременно капитальных вложений на внедрение мероприятий, затрат на эксплуатацию объекта и связанных с объектом суммарных потерь, позволяющий выбрать наилучшее мероприятие;

– принцип обязательной оперативной контрольной оценки аварийной эффективности внедряемых мероприятий, отличающийся проведением этой оценки на реальном объекте по методу прогнозирования аварийности по конфликтным ситуациям непосредственно в процессе внедрения, позволяющий обнаружить и устранить возможные недоработки или ошибки, допущенные в процессе выбора решений, и выбора, разработки или внедрения мероприятия.

Разработана **научно-методическая система повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности**, включающая существующие методики топографического анализа аварийности и расчетно-экспериментального определения характеристик объекта улично-дорожной сети, новую методику очагового анализа аварий-

ности, новую методику определения расчетной социально-экономической стоимости аварий, ранее разработанный авторский метод «Конфликтных зон» прогнозирования аварийности по потенциальной опасности, ранее разработанную авторскую и новых пять методик прогнозирования аварийности по методу «Конфликтных зон» в основных видах конфликтов на регулируемых перекрестках и искусственных неровностях, существующую методику расчета экономических потерь на регулируемых перекрестках и новую – на искусственных неровностях, усовершенствованную методику расчета экологических потерь на регулируемых перекрестках и существующую – на искусственных неровностях, методику оперативной контрольной оценки аварийной эффективности внедряемых мероприятий, базирующуюся на усовершенствованном методе прогнозирования аварийности по конфликтным ситуациям, отличающаяся оценкой качества и выбором наилучших решений по критерию минимизации суммарных потерь, оценкой качества внедряемых мероприятий по критерию минимизации суммарной народнохозяйственной стоимости функционирования исследуемого объекта, и обязательной оперативной оценкой эффективности внедряемых мероприятий, позволяющая выбрать наилучшие решения и внедрить наилучшие мероприятия и, тем самым, резко, вплоть до ликвидации очага, снизить аварийность.

Разработана **методика очагового анализа аварийности в городских очагах**, включающая предварительное установление причин аварий с использованием перечня типовых причин, натурное обследование очага с использованием разработанного перечня вопросов (бланков аудита), заключительное установление причин аварий и предварительный выбор решений по повышению безопасности движения с использованием разработанного специального перечня типовых мероприятий (решений), отличающаяся относительно высокими требованиями к специальной подготовке исполнителей, позволяющая с высокой вероятностью установить истинные причины аварий и предварительно выбрать соответствующие решения по повышению безопасности движения.

Разработана **методика определения расчетной социально-экономической стоимости аварий**, включающая экономическую и социальную составляющие стоимости, отличающаяся наличием корреляционной зависимости между расчетной стоимостью аварий и удельной (на одного человека) величины ВВП, позволяющая относительно точно оценить аварийные потери и тем самым *повысить* качество принимаемых решений по безопасности движения.

Разработан **комплекс методик прогнозирования аварийности по методу «Конфликтных зон» прогнозирования аварийности по потенциальной опасности**, включающий три методики прогнозирования аварийности на регулируемых перекрестках, в конфликтах «транспорт-транспорт» (столкновения с ударом сзади и попутные), «поворотный транспорт-пешеход», «транзитный транспорт-пешеход» и две методики прогнозирования аварийности на

искусственных неровностях, в конфликтах «транспорт–транспорт» (столкновения с ударом сзади и попутные) и «транзитный транспорт–пешеход», отличающихся преимуществами, присущими указанному методу прогнозирования, в т.ч. учетом большого количества факторов (около 110 параметров), влияющих на аварийность, и высокой точностью прогноза (примерно в 5 раз выше в сравнении с самым современным существующим методов прогнозирования аварийности по потенциальной опасности), позволяющий (в совокупности с ранее разработанной автором методикой прогнозирования аварийности по методу «Конфликтных зон» на регулируемых перекрестках в конфликте «транспорт–транспорт», столкновения боковые и поворотные) получить относительно точный прогноз аварийности на указанных объектах на стадиях выбора решений, проектирования, реконструкции или функционирования объекта.

Разработана методика расчета экономических потерь на искусственных неровностях, отличающаяся учетом влияния расположенного в непосредственной близости пешеходного перехода и применением модели псевдорегулируемого режима движения для определения величины экономических издержек, позволяющая рассчитывать потери от задержек и остановок транспорта как при нормальной транспортно-пешеходной нагрузке, так и при перегрузке.

Усовершенствована методика расчета экологических потерь на регулируемых перекрестках, отличающаяся учетом произведенных выбросов вредных веществ в нерегулируемом режиме работы перекрестка при расчете потерь от выбросов, учетом фактических с учетом «сжатия» потоков при проезде перекрестка, интенсивностей движения и

времени нахождения каждого потока на перекрестке при расчете потерь от транспортного шума, позволяющая повысить точность расчета потерь.

Усовершенствован метод прогнозирования аварийности по конфликтным ситуациям, отличающийся измененной расчетной моделью прогнозирования, в которую введено динамическое приведение конфликтных ситуаций по степени опасности, динамическое приведение аварий по тяжести последствий, порог чувствительности конфликта по конфликтным ситуациям и нелинейная зависимость между динамически приведенными авариями и динамически приведенными конфликтными ситуациями, позволяющая повысить точность прогноза, примерно в 4 раза по сравнению с существующим методом, и выполнить действенную оперативную контрольную оценку аварийной эффективности внедряемых мероприятий.

5. Вывод

Разработана методология повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности, научно-методическая система повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности, методика определения расчетной социально-экономической стоимости аварий, комплекс методик прогнозирования аварийности по методу «Конфликтных зон» прогнозирования аварийности по потенциальной опасности, методика расчета экономических потерь на искусственных неровностях, усовершенствована методика расчета экологических потерь на регулируемых перекрестках, усовершенствован метод прогнозирования аварийности по конфликтным ситуациям.

Литература

1. Состояние безопасности дорожного движения в Республике Беларусь в 1999–2008 годах и наметившиеся тенденции : аналитический сб. / сост.: В.В. Бульбенков, А.А. Сушко, О.Г. Ливанский ; под общ. ред. А.Н. Кулешова. – Минск : Полиграфический Центр МВД Респ. Беларусь, 2009. – 144 с.
2. Сведения о состоянии дорожно-транспортной аварийности в Республике Беларусь в 2010 году : аналитический сб. / сост.: В.В. Бульбенков, О.Г. Ливанский ; под общ. ред. Е.Е. Полудня. – Минск : МВД Респ. Беларусь, 2011. – 89 с.
3. Об утверждении Концепции обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 14 июня 2006 г., № 757 // Национальный реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2006. – № 5/22459.
4. Бабков, В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения : учебник для вузов. – М. : Транспорт, 1993. – 271 с.
5. Рябчинский, А.И. Динамика автомобиля и безопасность дорожного движения : учеб. пособие / А.И. Рябчинский, А.А. Токарев, В.З. Рушаков ; под ред. А.И. Рябчинского. – М. : Изд-во МАДИ (ГТУ), 2002. – 131 с.
6. Сильянов, В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц : учебник / В.В. Сильянов, Э.Р. Домке. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.
7. Философский энциклопедический словарь / гл. ред. Л.Ф. Ильичева [и др.]. – М.: Сов. энциклопедия, 1983. – 840 с.
8. Врубель, Ю.А. Потери в дорожном движении / Ю.А. Врубель. – Минск: БНТУ, 2003. – 380 с.