



УДК 656.13.05

© А. И. Рябчинский, Д. В. Капский, 2012

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ГОРОДСКИХ ОЧАГАХ АВАРИЙНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Рябчинский А. И. – д-р. техн. наук, профессор, завкафедрой «Организация и безопасность движения», заслуженный деятель науки и техники РФ (МАДИ ГТУ); *Капский Д. В.* – канд. техн. наук, заведующий Научно-исследовательским центром дорожного движения, доц. кафедры «Организация автомобильных перевозок и дорожного движения», тел.: +375 17 292-48-06, e-mail: d.kapsky@gmail.com (БНТУ)

Дорожное движение характеризуется издержкой – очаговой аварийностью, которую можно устранить методами и средствами организации дорожного движения. Однако необходимо разработать методологию повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности, которая позволит снизить аварийные, экономические и экологические потери в городах. Для этого создана научно-методическая система, которая позволила апробировать для двух объектов – регулируемых перекрестков и искусственных неровностей, соответствующие подходы, повышающие качество дорожного движения.

Road traffic is characterized by the costs – the focal accident rate, which can be eliminated by the methods and means of road traffic. However, we must develop a methodology to improve the risk-free road traffic accidents in urban centers, which will reduce the road accident, economic and environmental losses in the cities. For this purpose, a scientific and methodical system that allowed for the two test sites - controlled crossings and speed humps, appropriate approaches that improve the quality of the road traffic.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, потери, методология, система, аварийность.

Дорожный транспорт, на долю которого приходится от 2/3 до 3/4 всего объема транспортного обслуживания [1], представляет собой большую и сложную социально-производственную систему, в которую на правах подсистем входят дороги, транспортные средства, организация движения, правоохрана, подготовка кадров, обслуживание движения и др. Поскольку транспортная услуга производится непосредственно в дорожном движении, то основной задачей является повышение его качества, определяемого, как прави-

ло, совокупностью таких основных свойств, как безопасность, экологичность, экономичность и социологичность.

Качество дорожного движения или его отдельных свойств можно количественно оценить по величине *потерь*, под которыми понимают социально-экономическую стоимость *необязательных (невынужденных) издержек* в процессе движения [2, 3]. Потери в дорожном движении достигли таких масштабов, что стали представлять значимую угрозу для безопасности страны. Суммарные потери в дорожном движении Республики Беларусь в 2010 году оценивались величиной порядка 4 млрд. долл/год, из них около половины происходит по причине неудовлетворительной организации дорожного движения. При этом около 75 % потерь происходит в населенных пунктах.

Дорожное движение содержит аварийную, экологическую, экономическую и социальную угрозы [4]. Для *участников* движения из всех угроз наиболее важной является аварийность, поскольку она непосредственно касается их жизни, здоровья и благополучия. Поэтому борьба с аварийностью имеет не только экономическую, но и большую социальную значимость и является делом государственной важности. Несмотря на это, аварийность пока не удается снизить – ежегодно в мире погибает более 1 млн человек и около 50 млн человек получают ранения и травмы [5- 7]. В Республике Беларусь за последние 5 лет произошло более 472 тыс. аварий, в которых погибли 6794 человека и получили ранения около 36 тыс. человек, а аварийные потери составили около 1,7 млрд долларов [8–11].

Аварийность делится на две основные категории – очаговая (составляет 70 %) и фоновая (30 %). Очаговая аварийность отвечает на вопрос «*где* часто происходит отказ в системе ВАДС», и сконцентрирована в небольших очагах. Причины очаговых аварий конкретны, легко и быстро устраняются, а борьба с очаговой аварийностью, которой посвящена работа, весьма эффективна, оперативна и некапиталоемка. Фоновая аварийность отвечает на вопрос «*когда* происходит отказ в системе ВАДС» и рассредоточена практически по всей улично-дорожной сети страны. Причины этих аварий лежат в различных областях человеческой деятельности, очень трудно устанавливаются, а борьба с фоновой аварийностью требует очень больших затрат и очень долговременных усилий.

За последние 20 лет количество автомобилей в Республике Беларусь увеличилось в 4 раза и превысило 3 млн единиц [11]. В связи с этим резко возросла роль организации дорожного движения в повышении его качества, включая и безопасность, в том числе, и в очагах аварийности. Однако, работы по повышению этой безопасности ведутся разрозненно, несистемно и на низком методическом уровне, что приводит, особенно в городах, к большим потерям.

В Белорусском национальном техническом университете (БНТУ), разработан и апробирован универсальный оценочный критерий – потери в дорожном движении [2], позволяющий на отдельных участках улично-дорожной сети объективно оценивать основные свойства дорожного движения. Здесь



же, в БНТУ, разработан и апробирован современный высокоточный авторский метод «Конфликтных зон» прогнозирования аварийности по потенциальной опасности [12], учитывающий большое количество (более 110 параметров) факторов, влияющих на аварийность, и позволяющий делать прогноз на конфликтных объектах еще на стадии принятия решений. Это создало хорошие предпосылки для разработки современной методологии повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности.

Исследования направлены на повышение безопасности дорожного движения в городах путем создания научно-обоснованной *методологии* повышения безопасности движения в городских очагах аварийности, на долю которых приходится около 70 % всех «городских» аварий или около 50 % всех аварий в стране. Поскольку основной причиной аварий в этих очагах являются недостатки в организации дорожного движения, то и повышение безопасности должно осуществляться, в основном, ее методами. Эти методы эффективны, оперативны и не требуют больших капиталовложений, поэтому можно ожидать не только значительных, но и быстрых результатов.

Исследуемая методология построена на шести основных методологических принципах. Первый, общеизвестный методологический принцип, применяется при оценке существующего положения на исследуемом объекте, в результате которой должны быть получены техническая характеристика объекта и необходимые исходные данные для последующих расчетных исследований. Этот принцип гласит: результаты оценки должны быть достоверными и достаточными. Остальные методологические принципы являются специальными и связаны с повышением качества дорожного движения, в первую очередь, его безопасности: максимизация опасности при выборе объекта исследования; минимизация суммарных потерь при оценке качества и выборе решений; сбалансированный учет аварийных и экологических потерь при выборе решений в неясных ситуациях; минимизация суммарной народно-хозяйственной стоимости функционирования объекта при выборе мероприятий; обязательная оперативная контрольная оценка аварийной эффективности в процессе внедрения мероприятий.

Под термином «система» здесь понимается «совокупность методов и приемов осуществления чего-либо» [13], в данном случае, повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности. В качестве элементов («методов») системы выступают методы и методики, а в качестве «приемов» – этапы работ, представляющие объединенные целевые группы приемов. Разработанная система рассматривает не только теоретическую, но и, в определенной мере, практическую сторону деятельности по повышению безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности.

В Республике Беларусь работы по повышению безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности ведутся не системно. В результате при довольно высоких темпах автомобилизации происходит неуклонный рост очаговой аварийности. Чтобы изменить эту ситуацию, разработанная научно-методическая система, базирующаяся на современных методах ана-

лиза и прогнозирования аварийности, расчета потерь и выбора принимаемых решений, может и должна стать основой действенной научно-практической системы повышения безопасности движения в городских очагах аварийности.

Разработанная научно-методическая система состоит из 18 элементов, в том числе 3 методов прогнозирования аварийности и 15 различных методик, 6 из которых объединены в комплекс методик прогнозирования аварийности по методу «Конфликтных зон», и две – в комплекс методик расчета экономических потерь на исследуемых объектах. Ниже, очень кратко, будут рассмотрены элементы исследуемой системы.

Метод «Конфликтных зон» прогнозирования аварийности по потенциальной опасности, разработанный Капским Д.В. Прогноз делается по условной величине потенциальной опасности, представляющей сложную функцию многих факторов (более 110 параметров), влияющих на аварийность. Обладает высокой точностью прогноза (примерно, в 5 раз выше существовавшего до этого самого современного метода прогнозирования аварийности по потенциальной опасности), пригодной для практических работ в области повышения безопасности движения в очагах аварийности. Пригоден для прогнозирования на любой стадии разработки и существования объекта – от выбора решений до его эксплуатации. Этот метод, наряду с оценочным критерием «потери в дорожном движении», также разработанным в Белорусском национальном техническом университете (БНТУ) [2], является фундаментом созданной методологии. Применяется (через методики прогнозирования) при оценке и выборе решений на любой стадии работ по повышению безопасности движения.

Метод прогнозирования аварийности по конфликтным ситуациям, усовершенствованный. Прогноз делается только на существующих объектах путем подсчета числа и степени опасности конфликтных ситуаций для каждого вида конфликта с последующим пересчетом их в число аварий. Совершенствование коснулось расчетной модели прогнозирования – в нее были введены динамическое приведение конфликтных ситуаций по степени опасности, динамическое приведение аварий по степени тяжести, порог чувствительности конфликта и нелинейные зависимости между числом приведенных аварий и числом приведенных конфликтных ситуаций. В результате совершенствования метода его точность прогноза повысилась, примерно, в 4 раза и стала пригодной для практических работ. Метод (через методику) применяется для выполнения оперативной контрольной оценки аварийной эффективности в процессе внедрения мероприятий.

Статистический метод прогнозирования аварийности, существующий. Прогноз делается на основании накопленного многолетнего опыта внедрения мероприятий по повышению безопасности движения. Из-за невысокой точности прогноза метод применяется, в основном, для предварительной оценки и выбора решений. Проведены исследования по адаптации метода к условиям Республики Беларусь в части установки искусственных неровностей в горо-



дах. Результаты исследований используются для предварительного выбора решений при проведении очагового анализа.

Комплекс прогнозирования аварийности по методу «Конфликтных зон» включает шесть методик, каждая по отдельному виду (или по нескольким близким видам) конфликта на отдельном исследуемом типовом объекте. Четыре методики относятся к регулируемым перекресткам, а две – к искусственным неровностям. Все методики отличаются преимуществами, характерными для метода «Конфликтных зон» – учет большого количества факторов, влияющих на аварийность, высокая точность и возможность получения прогноза на стадии выбора решений. Применяются при оценке и выборе решений на любой стадии работ по повышению безопасности дорожного движения и являются неотъемлемой частью методики расчёта аварийных потерь.

Методика определения расчетной социально-экономической стоимости аварий. Основана на зависимости расчетной стоимости аварий от многих факторов, в том числе от удельной (на одного человека) величины внутреннего валового продукта (ВВП), величины страховых выплат по авариям с материальным ущербом, стоимости лечения и реабилитации пострадавших, стоимости транспортных затруднений на месте аварий и т.д. Позволяет с приемлемой для практических работ точностью оценить текущую расчетную социально-экономическую стоимость аварий различной степени тяжести в зависимости от удельной величины ВВП. Применяется при оценке и выборе решений на любой стадии работ по повышению безопасности дорожного движения.

Методика расчета аварийных потерь. Составной частью методики является определение фактического или прогнозируемого числа аварий различной степени тяжести и определение расчетной социально-экономической стоимости этих аварий. Применяется при оценке и выборе решений на любой стадии работ по повышению безопасности движения, в том числе и для оценки существующего положения на исследуемом объекте.

Комплекс методик расчета экономических потерь. Он включает две методики расчета потерь – на регулируемых перекрестках и на искусственных неровностях. Особенностью методик расчета экономических потерь является традиционное совмещение одновременно трех процедур: определение (прогнозирование) экономических издержек процесса движения – задержек, остановок и перепробега транспорта, перерасхода топлива, задержек и перепрохода пешеходов; определение расчетной стоимости удельных издержек (на один автомобиль или на одного человека) и собственно расчет потерь. На регулируемых перекрестках рассчитываются потери от задержек, остановок и перепробега транспорта (в случае запрещения поворотного движения), а также от задержек и перепрохода пешеходов (в случае закрытия пешеходного перехода). На искусственных неровностях рассчитываются потери от остановок и задержек транспорта. Применяется при оценке и выборе решений на любой стадии работ по повышению качества, в том числе и безопасности, дорожного движения.



Методика расчета экологических потерь на регулируемых перекрестках, усовершенствованная. В качестве базовой принята существующая методика расчета экологических потерь на регулируемых перекрестках [2], в которой определяются потери от выбросов вредных веществ в атмосферу и от транспортного шума. В методике традиционно совмещены одновременно три процедуры: определение (прогнозирование) экологических издержек – произведенный и приведенный непосредственно к человеку объем выбросов, и приведенный к человеку уровень транспортного шума; определение удельной (на один автомобиль или на одного человека) стоимости издержек и собственно расчет потерь. Совершенствование коснулось учета произведенных выбросов в нерегулируемом режиме работы регулируемого перекрестка (поздним вечером, ночью и ранним утром), способа суммирования всех транзитных и поворотных потоков данной улицы в один «суммарный» поток и способа суммирования потерь от транспортного шума на перекрестке от обоих «суммарных» транспортных потоков. Расчет экологических потерь на искусственных неровностях является частью расчета потерь на регулируемых перекрестках – определяются потери лишь от одного «суммарного» транспортного потока. Методика применяется на любой стадии работ по повышению качества, в том числе и безопасности, дорожного движения.

Методика очагового анализа аварийности предназначена для установления конкретных причин конкретных, как правило, повторяющихся аварий в конкретном очаге аварийности. Включает следующую последовательность работ: оформление дислокации аварий в очаге; предварительное установление причин аварийности с помощью разработанного специального перечня типовых причин; натурное обследование очага с помощью разработанного перечня вопросов (бланков аудита); заключительное установление причин по результатам натурального обследования; поиск и предварительный выбор решений с помощью специально разработанного перечня типовых решений с указанием предварительной аварийной, экономической и экологической эффективности; оформление документации по очагу аварийности. Применяется, как правило, на начальной стадии работ по повышению безопасности движения.

Методика прогнозирования аварийности по конфликтным ситуациям, усовершенствованная. Совершенствование методики вызвано изменением расчетной модели самого метода прогнозирования аварийности и коснулось следующих позиций: при экспериментальных измерениях необходимо фиксировать не только число конфликтных ситуаций, но и степень их опасности; рассчитывается годовое число приведенных (к легкой) конфликтных ситуаций; по нелинейным зависимостям определяется динамически приведенное (к аварии с материальным ущербом) число аварий; по определенным из статистики долевым коэффициентам для каждого вида конфликта определяется неприведенное число аварий каждой степени тяжести последствий. Методика применима для выполнения оперативной контрольной оценки внедряемых мероприятий.



Методика расчетно-экспериментальных исследований дорожного движения, усовершенствованная. В качестве базовой принята методика, применяемая в БНТУ [2, 14]. Совершенствования коснулись: натурального обследования конфликтных объектов – разработан новый комплекс вопросов, требующих освещения (бланки аудита); получения некоторых исходных данных для стандартных расчетов экологических потерь на искусственных неровностях – создана обобщенная t-v диаграмма распределения скоростей движения в зоне установки искусственной неровности и др.

Методика применяется для оценки существующего положения на исследуемом объекте и для получения исходных данных для прогнозирования аварийности и расчета потерь.

Методика топографического анализа аварийности, существующая. На карте города или отдельного района условными обозначениями наносятся все аварии, произошедшие в течение года или другого периода. В результате, четко проявляются места концентрации аварий, которые и являются очагами аварийности. Исходными данными для топографического анализа являются карточки учета аварий (ДТП). Методика применяется для выявления исследуемого очага аварийности.

Библиографические ссылки

1. *Врубель Ю. А.* Водителю о дорожном движении : пособие для слушателей учебного центра подготовки, повышения квалификации и переподготовки кадров автотракторного факультета / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский. –3-е изд., дораб. – Минск : БНТУ, 2010. – 139 с.
2. *Врубель Ю. А.* Потери в дорожном движении / Ю.А. Врубель. – Минск : БНТУ, 2003. – 380 с.
3. *Elvik, R.* Cost-benefit analysis of road safety measures: applicability and controversies / R. Elvik // *Accident Analysis and Prevention*. – 2001. – Vol. 33. – P. 9–17.
4. *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.
5. *Глобальный кризис в области безопасности дорожного движения.* Повышение безопасности дорожного движения во всем мире / Пункт 46 повестки дня 24 февраля 2010 года // Шестидесят четвертая сессия Генеральной ассамблеи ООН [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.unesco.org/trans/doc/2010/wp1/WP1-59-INF1e.pdf>. – Дата доступа: 11.04.2010.
6. *Кайгородова Т. В.* Безопасность дорожного движения / Т.В. Кайгородова, А.В. Иванов, Е.И. Зимица // Информационный Бюллетень для руководителей здравоохранения ФГУ Центральный НИИ организации и информатизации здравоохранения Росздрава. – 2007. – № 28. [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://whodc.mednet.ru/component/option,com_attachments/id,43/task,download. – Дата доступа : 08.12.2008.
7. *Improving global road safety : Note by the Secretary-General // United Nations General Assembly Norway*. – 2011. [Электронный ресурс].– Режим доступа:



http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2011/wp1/Improving_Global_Roady_Safety_2011.pdf. – Дата обращения: 20.03.2012.

8. *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.

9. *Сведения о состоянии дорожно-транспортной аварийности в Республике Беларусь в 2009 году* : аналитический сб. / сост.: В.В. Бульбенков, А.А. Сушко, О.Г. Ливанский ; под общ. ред. Е.Е. Полудня. – Минск : МВД Респ. Беларусь, 2010. – 88 с.

10. *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.

11. *Сведения о состоянии дорожно-транспортной аварийности в Республике Беларусь в 2011 году* : аналитический сб. / сост.: В.В. Бульбенков, О.Г. Ливанский ; под общ. ред. Н.А. Мельченко. – Минск : Полиграфический Центр МВД Респ. Беларусь, 2012. – 89 с.

12. *Капский Д. В. Совершенствование метода прогнозирования аварийности на регулируемых перекрестках для повышения безопасности дорожного движения* : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / Д.В. Капский. – Минск, 2003. – 132 л.

13. *Толковый словарь Ефремовой* [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа : <http://www.efremova.info/word/sistema.html>. – Дата доступа : 20.02.2012.

14. *Врубель Ю. А. Организация дорожного движения* : в 2 ч. / Ю.А. Врубель. – Минск : Белорус. фонд безопасности дорожного движения, 1996. – Ч. 1. – 328 с.