

УДК 656.13.05

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В ГОРОДСКИХ ОЧАГАХ АВАРИЙНОСТИ**

*Д.В. Капский*

*Белорусский национальный технический университет (БНТУ),  
220013, г. Минск, проспект Независимости, 65,  
Научно-исследовательский центр дорожного движения,  
[d.kapsky@gmail.com](mailto:d.kapsky@gmail.com)*

### ***Аннотация***

В статье приведены результаты разработки методологии повышения безопасности движения в городских очагах аварийности. Рассмотрены основные методологические принципы и способы повышения безопасности движения методами ее организации.

### ***Актуальность***

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 осуществляется непосредственно в дорожном движении, то основной задачей является повышение его качества, определяемого совокупностью таких основных свойств, как безопасность, экологичность, экономичность и социологичность.

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 движения. При этом около 80 % потерь происходит в населенных пунктах.

Дорожное движение содержит аварийную, экологическую, экономическую и социальную угрозы [2]. Для участников движения из всех угроз наиважнейшей 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 [3]. В Республике Беларусь за последние 5 лет произошло более 472 тыс. аварий,

в которых погибли 6783 человека и получили ранения около 35,8 тыс. человек, а аварийные потери составили около 1,7 млрд долларов [4, 5].

В связи с этим резко возросла роль организации дорожного движения в повышении его качества, в т.ч. и безопасности. Работы по повышению безопасности движения (и его качества в целом) ведутся разрозненно, несистемно и на низком методическом уровне, что приводит, особенно в городах, к большим потерям.

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, вследствие чего можно ожидать не только значительных, но и быстрых результатов. Однако это сдерживается отсутствием методологии повышения безопасности движения в городских очагах аварийности.

### ***Пути решений***

Создаваемая методология (рис. 1) построена на шести основных принципах. Общеизвестный методологический принцип применяется при оценке существующего положения на исследуемом объекте, в результате которой должны быть получены техническая характеристика объекта и необходимые достоверные и достаточные исходные данные для последующих расчетных исследований. Остальные методологические принципы являются специальными и связаны с повышением качества, в первую очередь, безопасности дорожного движения:

- 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.

Первоочередному исследованию с целью повышения безопасности движения подлежит очаг аварийности с наибольшей опасностью. Это вызвано тем, что в реальных условиях кадровые и иные возможности

повышения безопасности дорожного движения весьма ограничены и приложенные усилия должны иметь наибольшую отдачу.

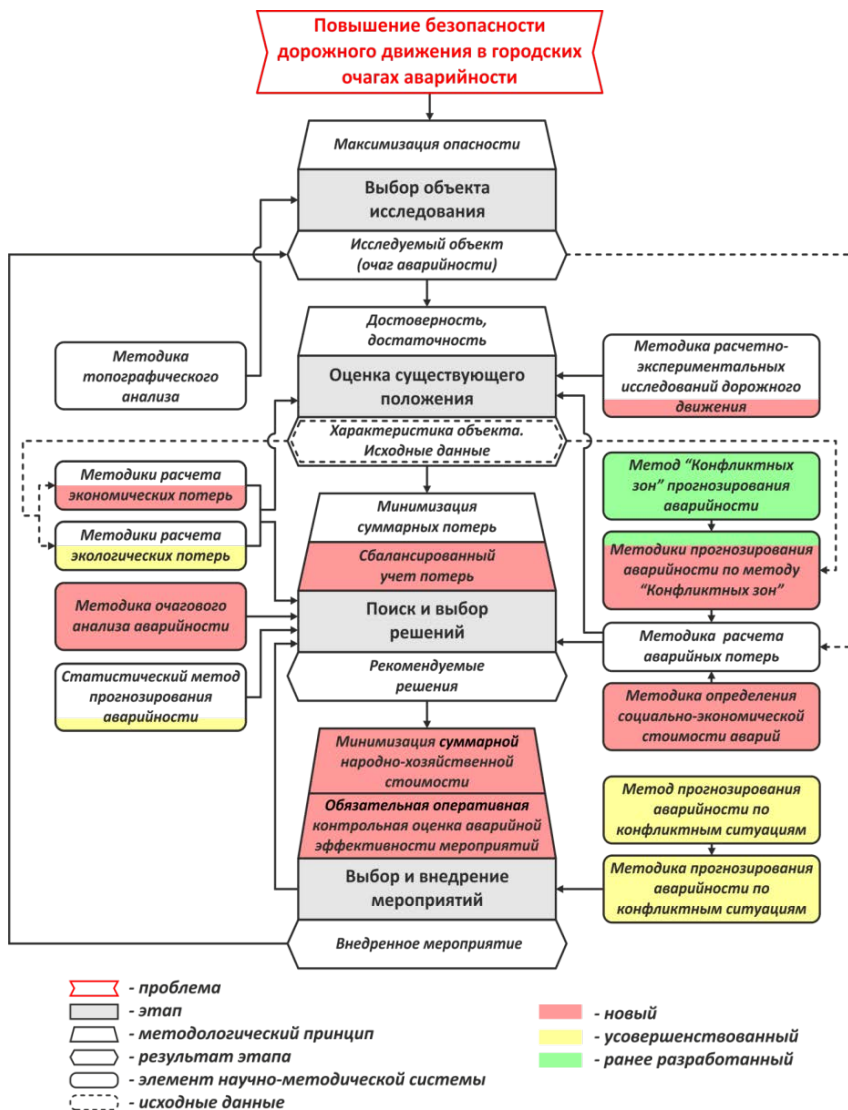


Рис. 1. Принципиальная схема методологии повышения безопасности движения в городских очагах аварийности

В некоторых случаях, особенно на мощных, высоконагруженных объектах, где одна авария может парализовать работу двух магистралей, опасность, согласно Концепции обеспечения безопасности дорожного движения в Республике Беларусь [2], подсчитывается как сумма всех видов потерь.

Принцип минимизации суммарных потерь при оценке качества и выборе решений подразумевает, чем меньше суммарные потери, тем лучше решение и выше качество дорожного движения.

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 законности 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.

Принцип сбалансированного учета аварийных и экологических потерь при выборе решений применяется при выборе наилучших решений в случае равенства суммарных потерь и гласит:

- при равенстве суммарных и экологических потерь приоритет отдается решению с меньшими аварийными потерями;
- при равенстве суммарных и аварийных потерь приоритет отдается решению с меньшими экологическими потерями;
- при равенстве суммарных и неравенстве аварийных и экологических потерь дополнительно производится ранжирование аварийных ( $K_{pa}=1,25$ ) и экологических ( $K_{pэ}=1,05$ ) потерь и приоритет отдается решению с меньшими «ранжированными» суммарными потерями.

Несмотря на относительно невысокую точность определения потерь, в большинстве случаев этой точности все же достаточно для выбора

лучших решений, поскольку их суммарные потери значимо отличаются. Однако, в некоторых ситуациях суммарные потери отличаются незначительно, например, в пределах 5%. В таких случаях выбор решений только по величине суммарных потерь содержит определенный риск ошибки. Особенно тогда, когда сопоставляемые решения, близкие по суммарным потерям, значимо отличаются по 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 и 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. Можно отметить, что 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,  $\Delta_c$ , в аварийных и экологических потерях.

В результате исследований, по данным на 2010 год, получено:

- доля социальной составляющей для аварий с легкими ранениями,  $\Delta_{\text{ЛР}}$  - 0,68;
- доля социальной составляющей для аварий в целом, без указания тяжести последствий (средневзвешенная по количеству и стои-

мости аварий различной степени тяжести последствий),  $\Delta_{\text{эс}}=0,17$ .  
Для определения доли социальной составляющей экологических потерь,  $\Delta_{\text{эс}}$ , использованы следующие исходные данные:

Для определения доли социальной составляющей экологических потерь,  $\Delta_{\text{эс}}$ , использованы следующие исходные данные:

- доля ущерба от экологического загрязнения, приходящаяся на здравоохранение [6] – 0,50;
- доля обращающихся к врачу с заболеваниями, связанными с экологическим загрязнением [7] – 0,35;
- доля транспортного комплекса в экологическом загрязнении [6,8] – 0,40;
- доля дорожного движения в экологическом загрязнении транспортным комплексом [9, табл. 2.1, 10] – 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 составляющей экологических потерь  $\Delta_{\text{эс}}=0,04$ .

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,  $K_{pe}=1,05$ .

Принцип минимизации народно-хозяйственной стоимости функционирования объекта при выборе мероприятий гласит: чем меньше народно-хозяйственная стоимость функционирования объекта, тем лучше мероприятие. Суммарные потери на исследуемом объекте являются лишь частью народно-хозяйственной стоимости его функционирования. Кроме суммарных потерь в эту стоимость входят приведенные капитальные вложения на реализацию выбранного мероприятия и расходы на эксплуатацию объекта. Поскольку на уже существующих объектах приведенная стоимость их строительства является величиной постоянной для любых вариантов мероприятий, то она не учитывается и в выборе мероприятий не участвует. Разработчик передает исполнителю набор наилучших решений, для каждого из которых известны суммарные потери и их составляющие, в том числе и по аварийности. Имея этот набор и учитывая свои возможности, исполнитель выбирает, разрабатывает и внедряет мероприятие.

Принцип обязательной оперативной контрольной оценки аварийной эффективности внедряемых мероприятий гласит: любое внедряемое мероприятие не может быть принято к постоянной эксплуатации без оперативной контрольной оценки его аварийной эффективности.

В мировой практике при производстве сложной продукции предусмотрен обязательный выходной контроль качества. Сегодня в организации дорожного движения такого контроля нет – существует либо контроль (экспертиза) проектной документации, либо контроль соответствия готовой продукции этой документации. Однако, в процессе выбора решений, выбора, разработки и внедрения мероприятий по разным причинам возможны ошибки или недоработки, в конечном счете, ухудшающие качество дорожного движения. Между тем, имеется принципиальная возможность избежать внедрения мероприятий с ошибками и недоработками, касающимися, в первую очередь, аварийности. Такую возможность предоставляет современный метод прогнозирования аварийности по конфликтным ситуациям. Согласно этому методу, на реально существующем объекте можно получить относительно точный прогноз аварийности всего за 5 часов его работы. Для этого достаточно сразу, например, после пробного запуска, тщательно зафиксировать в течение 5 часов все конфликтные ситуации и пересчитать их в число аварий. Это позволит сопоставить между собой ожидаемые результаты, полученные при прогнозировании аварийности по статистическому методу или по методу «Конфликтных зон» по исходным данным, с результатами прогнозирования по реальным условиям на реальном объекте по методу конфликтных ситуаций и в случае необходимости внести соответствующие коррективы, в конечном счете, повышающие качество дорожного движения. Именно поэтому методология предусматривает обязательную оперативную контрольную оценку аварийной эффективности внедряемых мероприятий. Для ее реализации разработана соответствующая методика, базирующаяся на усовершенствованном методе прогнозирования аварийности по конфликтным ситуациям.

Таким образом, разработана и система 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 практическую, в определенной мере, стороны деятельности по повышению безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности.

В Республике Беларусь работы по повышению безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности ведутся несистемно. В результате при довольно высоких темпах автомобилизации происходит

неуклонный рост очаговой аварийности. Чтобы изменить эту ситуацию разработанная научно-методическая система, базирующаяся на современных методах анализа 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. Для этого кроме разработанного научно-методического обеспечения для двух типовых объектов необходимо создать такое же обеспечение для остальных восьми типовых городских объектов и создать соответствующее организационно-правовое и нормативное обеспечение. 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, и включает четыре этапа работ (рис. 1). Организационно-методическую работу в пределах города или городского района (для крупных и крупнейших городов) должен выполнять инженер по организации движения, для которого это будет основной и единственной функциональной обязанностью. Для малых и средних городов, являющихся районными центрами, функциональные обязанности инженера могут быть дополнены повышением безопасности движения в целом на всей территории района. Нормативное обеспечение, кроме прочего, должно оговаривать и требования к ведению документации – на каждый очаг необходимо завести «Дело об очаге аварийности», содержащее необходимую информацию о его характеристиках, результатах исследований и внедренных мероприятиях.

### ***Заключение***

Разработана новая методология повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности, базирующаяся на известных 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, позволяющая резко, вплоть до ликвидации очага, снизить аварийность, и тем самым использовать один из теоретически обоснованных и практически апробированных возможных путей решения важнейшей социально-экономической и научно-



технической проблемы – повышение безопасности и качества дорожного движения в Республике Беларусь.

Применены известные методологические принципы максимизации опасности – при выборе объекта исследования, достоверности и достаточности – при оценке существующего положения на объекте и определении исходных данных и минимизации суммарных потерь при оценке и выборе наилучших решений и разработаны новые методологические принципы: 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; минимизации суммарной народнохозяйственной стоимости функционирования объекта при выборе внедряемых мероприятий, отличающийся учетом одновременно капитальных вложений на внедрение мероприятий, затрат на эксплуатацию объекта и связанных с объектом суммарных потерь в дорожном движении, позволяющий выбрать наилучшее мероприятие; 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, разработки или внедрения мероприятия, и тем самым повысить безопасность движения на объекте.

Разработана новая научно-методическая система повышения безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности, состоящая из 18 элементов, в том числе три метода прогнозирования аварийности, среди которых один разработан автором ранее, один усовершенствован и один частично адаптирован к городским условиям Республики Беларусь, и 15 различных методик, среди которых одна разработана ранее автором, 8 новых, три усовершенствованных и три существующих, включающая четыре этапа работ, а именно, выбор объекта исследования, оценка существующего на нем положения, поиск и выбор решений, выбор и внедрение мероприятий, отличающаяся возможностью установить истинные причины очаговых аварий, выбрать наилучшее решения, разработать и внедрить наилучшие мероприятия, позволяющая резко, вплоть до ликвидации очага, снизить аварийность в городских очагах.

Составлен перечень исходных данных, необходимых для прогнозирования аварийности и расчета потерь, и даны краткие пояснения по особенностям определения некоторых исходных данных.

### ***Библиографический список***

1. Врубель, Ю.А. Водителю о дорожном движении / Ю.А. Врубель, Д.В. Капский. –3-е изд., дораб. – Минск: БНТУ, 2010. 139 с.

2. 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.

3. Improving global road safety : Note by the Secretary-General // United Nations General Assembly Norway [Electronic resource]. 2011. – Mode of access: [http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2011/wp1/Improving\\_Global\\_Roady\\_Safety\\_2011.pdf](http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2011/wp1/Improving_Global_Roady_Safety_2011.pdf). – Date of access: 20.03.2012.

4. 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.

5. Сведения о состоянии дорожно-транспортной аварийности в Республике Беларусь в 2011 году : аналитический сб. / сост.: В.В. Бульбенков и др.. – Минск : МВД Респ. Беларусь, 2012. 92 с.

6. Врубель, Ю.А. Потери в дорожном движении / Ю.А. Врубель. – Минск: БНТУ, 2003. 380 с.

7. Природа. Состояние окружающей среды и охрана природы // Россия. Электронный энциклопедический словарь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.novrosen.ru/Russia/nature/condition.htm>. – Дата доступа: 13.03.2012.

8. Загрязнения окружающей среды // [www.Grandars.ru](http://www.Grandars.ru) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/zagryazneniya-okruzhayushchey-sredy.html>. – Дата доступа: 13.03.2012.

9. Загрязнение атмосферного воздуха от автотранспорта. Причины // Экологический союз [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://www.ecounion.ru/ru/site.php?&blockType=254>. – Дата доступа: 13.03.2012.