

УДК 625.72

О.Ю. Гредасова, А.Г. Батракова

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Рассмотрены основные подходы к решению задачи повышения безопасности движения. На основании проведенного анализа методов оценки безопасности движения обоснована перспективность эргономического подхода для решения задачи оценки и прогнозирования уровня безопасности движения в процессе жизненного цикла автомобильной дороги.

Ключевые слова: автомобильная дорога, дорожные условия, безопасность движения, дорожно-транспортное происшествие, функциональное состояние водителя

Постановка проблемы

Сформировавшаяся сеть автомобильных дорог большинства стран работает с перенапряжением, на многих участках не соответствует техническим возможностям современных автомобилей, что приводит к росту числа дорожно-транспортных происшествий (ДТП), гибели и травмированию людей, материальному ущербу. Основными причинами роста аварийности можно считать несоответствие технического состояния сети дорог возможностям современного автомобильного парка и значительный рост интенсивности движения, что приводит к усложнению условий движения. Многочисленными исследованиями [1-15] показано, что на количество ДТП влияют факторы, связанные со средой дорожного движения, участниками дорожного движения и транспортным средством. При этом, по мнению отечественных и зарубежных ученых, несоответствие параметров среды движения закономерностям поведения водителя является одной из основных причин возникновения ДТП.

Исходя из этого, при решении задач повышения безопасности движения особое внимание должно быть сосредоточено на методах, изучающих закономерности поведения водителя и позволяющих оценить влияние дорожных условий на вероятность совершения ДТП. Основой для оценки влияния дорожных условий на безопасность движения является теория взаимодействия водителя со средой движения [1-3].

Для разработки мероприятий, направленных на обеспечение безопасности движения в процессе жизненного цикла автомобильной дороги, особую актуальность приобретают следующие задачи:

- оценка связи «дорожные условия – водитель – ДТП»;

- совершенствование методов прогнозирования аварийности в изменяющихся условиях эксплуатации автомобильной дороги.

Анализ последних исследований и публикаций

Решению задач по обеспечению безопасности дорожного движения, посвящены работы В.А. Аксёнова, В.Ф. Бабкова [6], А.П. Васильева [10], Э.В. Гаврилова [3], О.А. Дивочкина, Е.М. Лобанова [1], М.В. Немчинова, Д.Д. Селюкова, В.В. Сильянова [9], В.Н. Ситника, В.В. Филиппова, В.В. Чванова [2], в Германии – У. Браннольта, К. Ленца, в Великобритании – Р. Оллсопа, Р. Смида, в Швеции – К. Аспа, Карл-Гуннара Хаммарлунда и др. [7, 13-15].

Многочисленными исследованиями [1, 2, 8, 10] доказано, что учет человеческого фактора позволяет повысить эффективность транспортного процесса на 25-30 % и в 2-3 раза сократить количество дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах. В свою очередь, развитие методов системного проектирования автомобильных дорог создало объективные предпосылки для разработки новой концепции оценки безопасности движения на автомобильных дорогах, в рамках которой автомобильная дорога понимается как логическая основа деятельности водителя [3].

Анализ взаимодействия элементов системы «водитель – автомобиль – дорога – среда движения» и исследование их взаимного влияния позволяют разработать методы оптимизации параметров среды движения и транспортных потоков, учесть изменение транспортно-эксплуатационного состояния в процессе жизненного цикла автомобильной дороги, а также разработать проектные решения, отвечающие требованиям безопасности и комфортабельности движения.

Изложение основного материала

Безопасность дорожного движения предполагает качество дорожного движения, определяемое уровнем его аварийности и отражающее степень защищенности участников дорожного движения от дорожно-транспортных происшествий и их последствий. С другой стороны, безопасность дорожного движения может пониматься как результат безопасного взаимодействия участников дорожного движения между собой и средой [4]. Поэтому при оценке безопасности движения на автомобильных дорогах необходимо учитывать физиологические и психологические возможности водителя [11].

Исследования проблемы безопасности движения базируются на техническом, статистическом или эргономическом подходах, представленных на рис. 1.

Технический подход заключается в учете закономерностей взаимодействия автомобиля с дорогой при оценке безопасности движения. Объектом проектирования является техническая система – автомобильная дорога. Современные методы разработки и сравнительной оценки проектных и технологических решений исходят в основном из технико-экономических критериев [4,12]. Суть данной основы сводится к утверждению: любые показатели работы дороги можно представить в денежном выражении, что дает возможность оценить каждый вариант размером затрат. Основными критериями оптимальности проектных решений являются приведенные затраты, строительная стоимость, эксплуатационные расходы. Обладая рядом преимуществ, такой подход к выбору критериев имеет, тем не менее, существенные недостатки. Так, существуют показатели, оценка которых в денежном выражении недостаточно обоснована. В первую очередь к ним относятся потери от дорожно-транспортных происшествий, стоимостные оценки человеческой жизни.

Статистический подход. Для выявления опасных участков, в пределах которых необходимо в первую очередь предусматривать мероприятия по обеспечению безопасности движения, используются методы, основанные на анализе статистических данных о ДТП; метод коэффициентов аварийности; метод коэффициентов безопасности; метод конфликтных ситуаций.

Методы выявления опасных участков на основе данных о ДТП следует применять для оценки безопасности движения на существующих дорогах при наличии достаточно полной и достоверной информации о ДТП за период не менее 3 - 5 лет [6]. При отсутствии таких данных, а также для оценки

проектных решений при проектировании новых и реконструкции существующих дорог должны использоваться метод коэффициентов аварийности, основанный на анализе и обобщении данных статистики ДТП, методы коэффициентов безопасности и конфликтных ситуаций, основанные на анализе графиков изменения скоростей движения по дороге. Недостатком изложенного метода, является невозможность прогнозирования изменения количества ДТП, в процессе жизненного цикла дороги и невозможность установления причин возникновения ДТП.

Эргономический подход. Необходимость учета возможностей водителя при проектировании автомобильных дорог привела к формированию системотехнического подхода. Объектом исследования становится система «человек – автомобиль – дорога – среда» [1]. В рамках эргономического подхода автомобильная дорога рассматривается как средство, обеспечивающее нормальное функционирование механизмов адаптации водителя к условиям деятельности [5]. Объектом эргономического проектирования является человеческая деятельность. Задачами эргономического проектирования являются: 1) проектирование условий, обеспечивающих нормальное функциональное состояние организма водителя, 2) оптимизация параметров автомобильной дороги, обеспечивающих реализацию основных принципов взаимодействия человека со средой.

Большой вклад в развитие данного научного направления внесли Е.М. Лобанов, В.В. Сильянов, И.В. Бегма [1]. Ими созданы методы учета психофизиологических возможностей водителей при проектировании дорог [9]. Однако решение задачи оптимизации элементов среды движения рассматривается, преимущественно, с позиций ограничений, накладываемых психофизиологическими возможностями водителя на геометрические параметры и транспортно-эксплуатационные показатели автомобильных дорог. Такое решение не затрагивает оптимизации трудовой деятельности водителя. Проф. Е.М. Лобановым разработаны методики оптимизации напряженности работы водителя средствами организации дорожного движения, позволяющими поддерживать уровень напряженности работы водителя в состоянии, близком к оптимальному [1]. При этом рассматриваются отдельные элементы обстановки движения без учета их взаимного влияния.



Рис. 1. Анализ научных направлений решения задачи оценки безопасности движения в процессе жизненного цикла автомобильной дороги.

Перспективными в этом плане являются исследования проф. Э.В. Гаврилова [3]. Им сформулированы эргономические критерии оптимизации среды движения, введено понятие «показателя соответствия состояния среды требованиям водителя», предложена модель оптимизации обстановки движения в виде [3]:

$$U_z \xrightarrow{a} \min, \quad (1)$$

где U - удельные затраты абстрактного труда водителя;

a - параметр условий дорожного движения.

Использование рассматриваемой целевой функции позволяет минимизировать затраты абстрактного труда водителя, помогает ему реализовать принципы своего поведения благодаря рациональному выбору параметров дорожной

обстановки и режимов движения.

Основным результатом деятельности водителя является скорость и траектория движения автомобиля. Изменяя скорость и траекторию движения автомобиля, водитель изменяет угловые скорости движения объектов, тем самым, противодействует информационному действию среды. В этих процессах заключается сущность взаимодействия водителя со средой движения [3].

Критерием соответствия среды движения эргономическим требованиям является нормальное функционирование механизмов адаптации водителя к условиям деятельности. Назначение параметров обстановки движения должно быть направлено на максимизацию надежности деятельности водителя при снижении затрат его абстрактного труда, то есть на реализацию принципа наименьшего взаимодействия водителя со средой движения.

Наилучшее состояние водителя, наблюдаются

при скоростях, определенных как суммативная норма скорости [1,3,7]. Движение с этой скоростью обеспечивает максимальную надежность деятельности водителя. Тогда задача оценки и обеспечения безопасности дорожного движения может быть сведена:

– к определению параметров среды движения, обеспечивающих движение со скоростями, близкими к суммативной норме скорости, то есть, обеспечивающих минимум удельных затрат труда водителя, минимум психического принуждения и максимум надежности деятельности водителя;

– к определению предельных скоростей движения, характеризующих предельными значениями показателей функционального состояния водителя.

Скорости движения, психическое принуждение и величина удельных затрат труда водителя в свою очередь зависят от элементов поля восприятия. К ним относятся геометрические параметры плана, продольного и поперечного профиля автомобильной дороги, расстояние видимости, состояние покрытия, интенсивность движения и состав транспортного потока.

Элементы среды движения, оказывают влияние на общее состояние водителя, формируя основные мотивы в управлении транспортным средством (мотив свободы действия и мотив безопасности движения), оцениваемое такими показателями, как удельные затраты труда водителя (Y), вероятность удержания заданной скорости (Pv), надежность деятельности водителя (W). Чем выше вероятность удержания заданной скорости и надежность деятельности водителя, тем в большей степени дорожные условия соответствуют требованиям водителя. Следовательно, задача обеспечения безопасности движения, может быть представлена в виде целевой функции, где вероятность удержания заданной скорости и надежность деятельности водителя стремятся к максимуму, а удельные затраты труда водителя к минимуму:

$$\begin{aligned} P_v &\xrightarrow{a} \max \\ W &\xrightarrow{a} \max \\ Y &\xrightarrow{a} \min \end{aligned} \quad (2)$$

Таким образом, перечисленные показатели являются не только характеристикой функционального состояния водителя, но и показателями характеризующими безопасность (опасность) дорожных условий.

Выводы

Проведен анализ основных методов оценки влияния дорожных условий на безопасность движения. Рассмотрены основные подходы к решению задачи повышения безопасности движения. Определены основные направления исследований для решения задачи оценки и прогнозирования уровня безопасности движения в процессе жизненного цикла автомобильной дороги.

Литература

1. Лобанов Ю.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя / Ю.М. Лобанов – М. : Транспорт, 1980. – 311 с.
2. Чванов В.В. Методы оценки уровней безопасности движения на автомобильных дорогах по показателю риска дорожно-транспортных происшествий / В.В. Чванов // Дороги и мосты – 2004. – № 24. – С. 173–192.
3. Гаврилов Э.В. Системное проектирование автомобильных дорог / Э.В. Гаврилов, А.М. Гридчин, В.Н. Ряпухин – Белгород: Изд-во АСВ, 1988. – 138с.
4. Гаврилов Э.В. Оценка безопасности движения в городских условиях / Э.В. Гаврилов, И.Э. Линник, А.В. Банатов // Вестник ХГАДТУ – Харьков: Изд-во ХГАДТУ. – 2002. – Вып. 17. – С.57–62.
5. Бабков В.Ф. Проектирование автомобильных дорог: учебник для вузов / В.Ф. Бабков, О.В. Андреев: Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1987. – 368 с.
6. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: учебник для вузов / В.Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
7. Справочник по безопасности дорожного движения / Рунэ Эльвик, Аннэ Боргер Мюсен, Трале Во. Перевод с норв. под ред. В.В. Сильянова. – М. : МАДИ (ГТУ), 2001. – 754 с.
8. Романов А. Н. Надежность водителя. Учебное пособие. / А. Н. Романов, П. А. Пегин. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2006. – 376 с.
9. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения / В.В. Сильянов. - М.: Б., 1977. – 303 с.
10. Васильев А. П. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения / А. П. Васильев, В.М. Сиденко. – М.: Транспорт, 1990. – 304 с.
11. Строительство и реконструкция автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. I / [А.П. Васильев, Б.С. Марышев, В.В. Силкин и др.] ; под ред. А.П. Васильева. – М. : Информавтор, 2005. – 654 с.
12. Демшикан В.Ф. Оценка экономической эффективности оптимального распределения финансовых ресурсов на эксплуатацию сети автомобильных дорог / В.Ф. Демшикан, Е.Д. Прусенко // Проблеми теорії і практики становлення соціально орієнтованої ринкової економіки: міжнародна наукова конференція ХГАДТУ : матеріали конференції – Харків : Изд-во ХГАДТУ, 1999. – С. 73-74.
13. Liu F. Pavement Performance-Oriented Network Optimization System / F. Liu, K. Wang // Transportation Research Record. – 1996. – № 1524(1). – P. 86–93.

14. Chen X. *Development of New Network Optimization Model for Oklahoma Department of Transportation* / X. Chen, S. Hudson, M. Pajoh, W. Dickinson // *Transportation Research Record*. – 1996. – № 1524(1). – P. 103–108.
15. Akyildiz S. *Development of new network-level optimization model for salem district pavement maintenance programming* : Master of science in civil engineering thesis / S. Akyildiz. – Blacksburg, Virginia, 2008. – 133 p.

Referenses

1. Lobanov Y.M. *Proektirovanie dorog i organizatsija dvizhenija s uchetom psikhofiziologii voditelja* / Y.M. Lobanov – M. : Transport, 1980. – 311 s.
2. Chvanov V. V. *Metody otcenki urovnej bezopasnosti dvizhenija na avtomobilnykh dorog po pokazatelj riska dorozhno-transportnykh proishestvija* / V.V. Chvanov // *Dorogi i mosty* – 2004. – №24. – S. 173–192.
3. Gavrilov E.V. *Sistemnoe proektirovanie avtomobilnykh dorog* / E.V. Gavrilov, A.M. Gridchin, V.N. Ryapuhin – Belgorod : Izd-vo ACB, 1988. – 138 s.
4. Gavrilov E.V. *Otcenka bezopasnosti dvizhenija v gorodskix usloviyx* / Gavrilov E.V., Linnik I.E., Banatov A.V. // *Vestnik KhGADTU – Kharkiv : Izd-vo KhGADTU*. – 2002. – Vyp. 17. – S. 57–62.
5. Babkov V.F. *Proektirovanie avtomobilnykh dorog: uchebnik dlj vuzov* / V.F. Babkov, O.V. Andreev: Izd. 2-e, pererab. i dop. – M. : Transport, 1987. – 368 s.
6. Babkov V.F. *Dorozhnye uslovij i bezopasnosti dvizhenija: uchebnik dlj vuzov* / V.F. Babkov. - M. : Transport, 1993. – 271 s.
7. *Spravochnik po bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija* / Rune Elvik, Anne Borger Myusen, Tryule Vo. *Perevod s norv.pod red. V.V. Silyanova.* / M. : MADI (GTU), 2001. – 754 s.
8. Romanov A. N. *Nadezhnosti voditelja. Uchebnoe posobie.* / A.N. Romanov, P.A. Pegin. – Khabarovsk. : Izd-vo Tikhookean. gos. un-ta, 2006. - 376 s.
9. Silyanov V.V. *Teorija transportnykh potokov v proektirovanie dorog I organizatsii dvizhenija* / V. V. Silyanov. - M. : B., 1977. - 303 s.
10. Vasiliev A. P. *Ekspluatatsija avtomobilnykh dorog i organizatsija dorozhnogo dvizhenija* / A. P. Vasilyev, V.M. Sidenko. – M. : Transport, 1990. - 304 s.
11. *Stroitelstvo i rekonstrukcija avtomobilnykh dorog: Spravochnaja entciklopedija dorozhnika (SED). T. I* / [A.P. Vasilev, B.S. Maryshev, V. V. Silkin i dr.] ; pod red. A.P. Vasileva. – M. : Informavtodor, 2005. – 654 s.
12. Demishkan V.F. *Otcenka ekonomicheskoj effektivnosti optimalnogo raspredelenija finansovykh resursov na ekspluatatsiyu seti avtomobilnykh dorog* / V.F. Demishkan, E.D. Prusenko // *Problemy teorij i praktiki stanovleniya sotsialno oriientovanoj rynkovoj ekonomiky : mizhnarodna naukova konferentsija KhGADTU : materialy konferentsij* – Kharkiv : Izd-vo KhGADTU, 1999. – S. 73-74.
13. Liu F. *Pavement Performance-Oriented Network Optimization System* / F. Liu, K. Wang // *Transportation Research Record*. – 1996. – № 1524(1). – P. 86–93.
14. Chen X. *Development of New Network Optimization Model for Oklahoma Department of Transportation* / X. Chen, S. Hudson, M. Pajoh, W. Dickinson // *Transportation Research Record*. – 1996. – № 1524(1). – P. 103–108.
15. Akyildiz S. *Development of new network-level optimization model for salem district pavement maintenance programming.* : Master of science in civil engineering thesis / S. Akyildiz. – Blacksburg, Virginia, 2008. – 133 p.

Автор: ГРЕДАСОВА Ольга Юрьевна

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, аспирант кафедры изысканий и проектирования дорог и аэродромов.
E-mail: gp@khadi.kharkov.ua

Автор: БАТРАКОВА Анжелика Геннадьевна

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры изысканий и проектирования дорог и аэродромов.
E-mail: rp@khadi.kharkov.ua

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ БЕЗПЕКИ РУХУ В ПРОЦЕСІ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

О.Ю. Гредасова, А.Г. Батракова

Розглянуто основні підходи до рішення завдання підвищення безпеки руху. На підставі проведеного аналізу методів оцінки безпеки руху обґрунтовано перспективність ергономічного підходу щодо рішення завдання оцінки й прогнозування рівня безпеки руху в процесі життєвого циклу автомобільної дороги.

Ключові слова: автомобільна дорога, дорожні умови, безпека руху, дорожньо-транспортна пригода, функціональний стан водія.

ANALYSIS OF METHODS FOR EVALUATION OF TRAFFIC SAFETY DURING THE ROAD LIFE CYCLE

O. Gredasova, A. Batrakova

At the solution of problems of increasing the traffic safety the special attention has to be concentrated on the methods studying regularities of the driver's behavior allowing to estimate the influence of road conditions on probability of road accidents commission. For development of the actions aimed at safety of the movement in the course of the highway life cycle, particular topicality gain the relevance problems of an assessment of communication "road conditions – the driver – road accident" and improvement of methods of forecasting the accident rate in the changing highway service conditions.

In the article the main approaches to the solution of a problem of increasing the traffic safety are considered. On the basis of the carried-out analysis of the assessment methods of traffic safety, prospects of ergonomic approach for the solution of the assessment problems and forecasting the level of traffic safety in the course of the highway life cycle are proved.

Keywords: road, road conditions, traffic safety, traffic accident, the functional status of the driver.