УДК 656.13.08:65.012.12

© Е. В. Куракина, канд. техн. наук, доцент

© С. В. Рязанов, аспирант

(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия)

E-mail: elvl_86@mail.ru, tunik20071@yandex.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2020-17-4-189-196

© E. V. Kurakina, PhD in Sci. Tech., Associate Professor

© S. V. Riazanov, post-graduate student

(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, St. Petersburg, Russia)

E-mail: elvl_86@mail.ru, tunik20071@yandex.ru

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ И ПРИЧИН УХУДШЕНИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ ОБСТАНОВКИ

COMPREHENSIVE ANALYSIS OF ACCIDENT RATE AND CAUSES OF COMPLICATION OF ROAD TRAFFIC SITUATION

Обоснована необходимость комплексного (системного) подхода к решению задач дорожно-транспортного травматизма, исследованию оценки критериев состояния безопасности дорожного движения. Проанализированы основные нормативные документы — инструменты снижения аварийности в России на автомобильном транспорте. Обоснована степень достижения целевых показателей и индикаторов. Исследованы причины осложнения дорожно-транспортной обстановки, факторы прогрессирующего роста аварийности. Предложен комплексный подход к решению задач снижения аварийности, основанный на применении системообразующих индикаторов дорожной инфраструктуры для выявления причин и факторов, показателей риска дорожно-транспортных происшествий и мест их концентрации, системы оценки параметров.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, системный подход, аварийность, дорожно-транспортное происшествие, целевые показатели и индикаторы, дорожно-транспортная обстановка.

The article presents a substantiation of the necessity for an integrated (systematic) approach to solving the problems of road traffic injuries and research on the assessment of road safety criteria. The main regulatory documents — tools for reducing the road traffic accident rate in Russia — have been analyzed. The extent to which performance targets and indicators have to be improved is justified. The causes for the complication of the road transport situation are specified and factors of progressive increase of accidents are designated. The authors offer a comprehensive approach to solving the problems of accident rate reduction based on the use of system-forming indicators of road infrastructure to identify causes and factors, accident risk indicators and places of their concentration, a system of parameter assessment.

Keywords: road traffic safety, system approach, accident rate, road traffic accident, performance targets and indicators, road traffic situation.

Безопасность дорожного движения (БДД) представляет собой совокупность взаимосвязанных систем, функциональность которых заключается в отображении «состояния данного процесса, отражающее степень защищенности его участников от дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и их последствий»¹. Согласно нормативным документам в области БДД состояние последней характеризуется показателями и индикаторами — абсолютными значениями

ДТП — общее количество ($ДТП_{абс}$), погибших ($ДТП_{абс}^п$) и раненых ($ДТП_{абс}^р$) в них человек, социальным и транспортным рисками, детским травматизмом — пострадавшими в результате ДТП детьми ($ДТП_{абс}^{дети}$) на автомобильных дорогах [1, 2]. Поставленные задачи и цель в Законе позволяют определить масштаб воздействия на проблему аварийности на автомобильном транспорте (АТ) с выявлением «слабых» элементов или упущенных систем обеспечения БДД. Применение комплексного подхода позволит исключить выборочное воздействие на такие

¹ ФЦП «Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2012 годах».

элементы [1–4]. Комплексный (или системный) подход включает в себя четкое определение масштабов проблемы аварийности на АТ, выработку эффективной стратегии, консолидацию усилий профильных структур и целенаправленных действий [1–3]. Так, в Российской Федерации основу национальной стратегии в направлении повышения БДД и предотвращения гибели людей от ДТП составляют нормативные документы с ожидаемым снижением аварийности на АТ, принятые региональные и муниципальные программы целевого сокращения ДТП, погибших и раненых в них человек, работа профильных структур в решении этой проблемы. На рис. 1 представлены схема программно-целевого подхода к достижению сокращения показателей и основные принципы перспективного снижения аварийности в Российской Федерации.

При исследовании состояния БДД определена необходимость в выполнении оценки критериев (как важной характеристики БДД) исследуемого процесса. Критерий «оценка состояния БДД» имеет измерительный (количественный) характер и сравнительный. Сущность первого заключается в получении абсолютных показателей аварийности на АТ за исследуемый период в единицах измерения, например, $ДТП_{абс}$, $ДТП_{абс}^п$, $ДТП_{абс}^р$. Абсолютные показатели классифицируют по причине происшествия, например, общее количество ДТП ($ДТП_{абс}$), пострадавшие пешеходы ($ДТП_{абс}^{пеш}$), пострадавшие в результате ДТП пешеходы-дети ($ДТП_{абс}^{дети}$) из-за нарушения правил дорожного движения (ПДД) водителями транспортных средств (ТС). Абсолютные показатели состояния БДД являются результатом статистических наблюдений и имеют временное состояние. Моментальная абсолютная величина аварийности показывает уровень БДД на определенный момент, например, конкретную дату, этому свидетельствует официальный сайт Государственной инспекции БДД ГУ МВД России, где отображается количество ДТП, погибших, погибших детей, раненых и раненых детей. Уровень БДД за интересующий период времени, например, сутки, месяц, год, характеризует интервальная абсолютная величина аварийности. Измерительный (количественный) критерий БДД является лишь частичным звеном в исследовании БДД и не дает полного представления

о динамике изучаемого процесса. Возможность отображения динамики, состояния аварийности на АТ реализует сравнительный характер критерия «оценка состояния БДД», который позволяет сравнить результаты статистических наблюдений по параметру «аналогичный период прошлого года» (АППГ) как по абсолютной, так и по относительной величине.

Критерий «признак состояния БДД» подразумевает под собой принадлежность показателя БДД к некоторому состоянию во времени, то есть:

- стабильное состояние БДД, отображающее способность многочисленных функционально-обязательных видов деятельности функционировать, сохраняя неизменные показатели аварийности, с разработкой эффективной стратегии для принятия мер последующего снижения числа ДТП и пострадавших в нем человек в исследуемый период;

- динамическое снижение уровня аварийности как результат выбранной эффективной стратегии, консолидации усилий профильных структур и целенаправленных действий, способствовавших снижению ДТП с погибшими и ранеными в исследуемый период;

- прогрессирующий рост аварийности — отсутствие эффективной стратегии и программно-целевого подхода в области безопасности дорожного движения.

Эффективность реализации нормативных документов в период с 2004 по 2019 г. характеризуется степенью достижения целевых показателей и индикаторов. На рис. 2 представлено изменение показателей числа погибших в ДТП человек в России в исследуемый период.

Комплексный анализ целевых показателей и направлений реализации программных мероприятий позволяют оценить их достижимость и эффективность. Анализ проблемы аварийности периода до 2004 года, характеризующегося существенным ухудшением аварийности на АТ (34 506 погибших человек), позволил оценить ее масштаб и заложить основы программно-целевого подхода к снижению смертности в результате ДТП. Так, в 2010 году прогнозируемое изменение количества погибших в результате ДТП, по сравнению с 2004 годом, т. е. плановое значение показателя — 28 600 чел. Фактиче-

Рис. 1. Целевые нормативные документы Российской Федерации с перспективным снижением аварийности на автомобильных дорогах

ское значение показателя в 2010 году составило 26 567 чел., таким образом реализация программы БДД 2006–2012 гг.² позволила не только достигнуть необходимого уровня значения показателя, но и дополнительно сократить число погибших в ДТП на 7,1 % — это самое значительное снижение показателя за 5 лет реализации программы БДД 2006–2012 гг. Положительная динамика влияния программно-целевых методов управления на состояние аварийности в России позволила добиться снижения целевого показателя

² ФЦП «Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2012 годах».

теля (16 % 2012 г. по сравнению с 2007 г.) и дать начало внедрению программы БДД 2013–2020 гг.³, период реализации которой характеризуется существенным снижением количества погибших в результате ДТП (39,3 % 2019 г. по сравнению с 2012 г.).

Важнейшими индикаторами федеральных целевых программ являются число детей, погибших в результате ДТП, социальный и транспортный риски. Динамика индикаторов представлена на рис. 3. Одно из ключевых направлений

³ ФЦП «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах».

Рис. 2. Динамика изменения целевого показателя — фактическое количество лиц, погибших в результате ДТП в 2004–2019 годах

деятельности программно-целевого подхода — обеспечение требуемой профилактики детского дорожно-транспортного травматизма (ДДТТ) и предупреждение опасного поведения участников дорожного движения в целях повышения общего правосознания. Так, к 2019 году количество погибших в ДТП детей сократилось на 40,3 %.

Комплексный анализ позволил выявить на основании полиномиальных трендовых изменений на рис. 3, а динамическую закономерность роста числа погибших детей в результате ДТП каждые 3 года, что прогнозирует очередной рост аварийности по этому индикатору. Однако общая тенденция к снижению положительна, что также отражено (рис. 3, б) и на показателях социального и транспортного риска, которые относительно базового года сократились на 51,3 и 42,1 % соответственно.

В субъектах выполненный комплексный анализ аварийности позволил выявить динамику роста по сравнению АППГ целевых показателей и индикаторов программы БДД 2013–2020 гг., так в Санкт-Петербурге и Ленинградской области на-

блюдается осложнение дорожно-транспортной обстановки (рис. 4).

За последних 3 года реализации Программы БДД 2013–2020 гг. в Санкт-Петербурге отмечается прогрессирующий рост аварийности, в 2019 г. число ДТП увеличилось на 2,4 %, раненых на 2,2 % по сравнению с АППГ. В Ленинградской области наблюдается снижение аварийности: в 2019 году число погибших снизилось на 11,9 % по сравнению с АППГ, в 2018 г. зарегистрирован рост целевого показателя на 2,1 %. Прогессирующий рост аварийности в Санкт-Петербурге отразился и на местах концентрации (МК) ДТП [3, 4]. Так, в 2018 г. выявлено максимальное количество МК (273) в Санкт-Петербурге за последние 3 года, в которых произошло 1256 ДТП, однако в 2019 г. этот показатель снизился на 8,7 %.

Причинами ухудшения дорожно-транспортной обстановки (ДТО) являются несоблюдение очередности проезда водителями (В) ТС, нарушение ПДД в части проезда пешеходного перехода (ПП), выезд на полосу встречного движения, несоответствующий скоростной ре-

Рис. 3. Динамика важных индикаторов ФЦП «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах»: а — снижение уровня детского травматизма в результате ДТП; б — результат сокращения социального и транспортного рисков с начала действия программы

жим конкретным условиям движения, наезды на участников дорожного движения (пешеходы (П), в том числе дети, велосипедист), переход через проезжую часть вне ПП в зоне его видимости, ходьба вдоль проезжей части попутного направления. Все это свидетельствует о низком уровне индивидуального правосознания участников дорожного движения (УДД) как В, так и П, пешехода-ребенка ($П_{др}$), влияющего на динамику роста ДТП. Более 30 % ДТП происходят из-за неудовлетворительного состояния дорожных условий (Д) (при сопутствующих условиях, например, дождя, снегопада, риск ДТП увеличивается), а именно, дефекты дорожного покрытия, отсутствие дорожных знаков или их неправильное применение и пешеходных ограждений в необходимых местах, отсутствие освещения, тротуаров, что свидетельствует о необеспеченности в полном объеме безопасности дорожной инфраструктуры. Анализ статистических данных и причин ДТО свидетельствует о сохранении «лидерства» основных видов ДТП и тяжести их последствий: столкновение и наезд на пешехода. Выявленные причины и факторы позволяют проанализировать условия взаимодействия основных компонентов системы УДД-ТС-Д-ВС,

имеющей воздействующий характер на состояние БДД [3, 4, 5]. Важность роли Д в системе УДД-ТС-Д-ВС в обеспечении БДД очевидна, что также подтверждается началом реализации национального проекта⁴.

В системе обеспечения БДД для решения ее функциональных задач применяют различные методы, в том числе прогнозирования ситуаций в системе УДД-ТС-Д-ВС, выявления факторов и причин ДТП, выбора эффективных мероприятий, направленных на повышение БДД. В данном направлении следует отметить вклад ведущих ученых: Сильянова В. В. (МАДИ, Москва); Домке Э. Р. (ПГУАС, г. Пенза); Браннтольте У. (Германия); Pavel Prihyl (Чешская республика); Капского Д. В., Кота В. Н., Врубеля Ю. А. (БНТУ, Белоруссия); Кравченко П. А., Добромирова В. Н., Евтюкова С. А., Васильева Я. В., Грушецкого С. М., Плотникова А. М. (СПбГАСУ), в научных трудах которых представлены:

- результаты исследования транспортно-эксплуатационных свойств автомобильных дорог, в том числе определение динамики изменения тормозных и сцепных характеристик колеса ТС на дорожном покрытии на стадии эксплуатации и реконструкции автомобильной дороги (АД) [6, 10];
- моделирование уровня смертности в ДТП с учетом особенностей дорожного фактора регионального значения [7, 14];
- результаты исследований в направлении сокращения числа заторов, управления пропускной способностью автомагистралей с учетом геометрии АД [7, 13, 14];
- результаты исследований по регулированию движения транспортных и пешеходных потоков. Разработаны предпосылки для внедрения предсигналов на светофорных объектах, повышающие эффективность координированного управления транспортными потоками [8, 9, 13, 15];
- методика реконструкции автотехнической экспертизы ДТП, учитывающая техническое состояние автомобиля и дорожной среды; результаты проведения исследований МК ДТП с разработкой эффективных мероприятий по БДД [2–5].

⁴ Национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги» с 12.2018 до 2024 года.

Рис. 4. Состояние аварийности и целевой показатель реализации Программы БДД 2013–2020 гг. в субъектах: а — Санкт-Петербург; б — Ленинградская область

Проведенные исследования носили в определенной мере локальный характер. Их результаты не дают инструмента для комплексной качественной оценки влияния состояния дороги, дорожной инфраструктуры и дорожной среды на возникновение и развитие предпосылок к появлению МК ДТП. Анализ результатов исследований представленных выше ученых подтверждает необходимость применения комплексного подхода к использованию системообразующих индикаторов дорожной инфраструктуры для выявления причин и факторов, показателей риска ДТП, мест их концентрации, что отражено в [11].

В процессе реализации комплексных мероприятий национального проекта в 2019 году на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области целевой показатель сократился на 8,5 %. По итогам 2019 года показатель социального риска в городе и области сократился, что свидетельствует о достижении запланированных результатов и эффективности целевых нормативных документов в области БДД.

БДД представляет собой совокупность взаимосвязанных систем, функциональность которых заключается в отображении «состояния данного процесса, отражающее степень защищенности его участников от ДТП и их последствий» [1, 4, 12]. Результат БДД — снижение аварийности на АТ, стремление к нулевому уровню смертности. Выполненный комплексный анализ основан на системе следующих критериев: оценки состояния БДД, оценки масштабов проблемы аварийности на АТ, оценки и анализе программно-целевого подхода и основных принципов перспективного снижения аварийности в России как основных инструментов достижения целевых показателей, причин осложнения ДТП и факторов, влияющих на прогрессирующий рост аварийности. Реализация задач и механизма Стратегии БДД⁵ и программно-целевого подхода направлена на снижение аварийности в системе УДД-ТС-Д-ВС на основе комплексного (системного) характера воздействия.

Библиографический список

1. Кравченко П. А., Олещенко Е. М. Системный подход в управлении безопасностью дорожного движения в Российской Федерации // Транспорт Российской Федерации. 2018. № 2 (75). С. 14–18.
2. Кравченко П. А. Организация и безопасность дорожного движения в больших городах // Наука и техника в дорожной отрасли. 2013. № 1 (64). С. 1–2.
3. Kurakina E., Sergei E., Jaroslaw R. Forecasting of road accident in the VADS system Transportation Research Procedia, 2018. Vol. 36. Pp. 380–385. DOI:10.1016/j.trpro.2018.12.111.
4. Куракина Е. В. Об эффективности проведения исследований мест концентрации ДТП // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 2 (67). С. 231–237. DOI: 10.23968/1999-5571-2018-15-2-231-237
5. Куракина Е. В. Научно-методическое обеспечение автотехнической экспертизы, учитывающей техническое состояние автомобиля и дорожной среды: дис. ... канд техн. наук: 05.22.10 / Куракина Елена Владимировна. СПб., 2014. 169 с.
6. Kapitanov V., Silyanov V., Monina O., Chubukov Aleksandr Methods for traffic management efficiency improvement in cities / Transportation Research Procedia. 2018. Vol. 36. Pp. 252–259. DOI org/10.1016/j.trpro.2018.12.077.

⁵ «Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы».

7. Brannolte U., Pribyl P., Silyanov V. Simulation of Regional Mortality Rate in Road Accidents Transportation Research Procedia. 2017. Vol. 20. Pp. 112–124. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.01.032.
8. Врубель Ю. А., Капский Д. В., Кот Е. Н. Определение потерь в дорожном движении. Минск: БНТУ, 2006. 252 с.
9. Плотников А. М. Методология обеспечения безопасности движения на регулируемых пересечениях улично-дорожной сети мегаполисов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.10 / Плотников Анатолий Михайлович. СПб., 2016. 269 с.
10. Домке Э. Р., Жесткова С. А. Вероятностная модель торможения колесной машины // Мир транспорта и технологических машин. 2011. № 2 (33). С. 3–7.
11. Kurakina E., Sergei E., Ginzburg G. Systemic indicators of road infrastructure at accident clusters // Architecture and Engineering. 2020. Vol. 1. Pp. 51–58. DOI: 10.23968/2500-0055-2020-5-1-51-58.
12. Евтюков С. А., Васильев Я. В. Дорожно-транспортные происшествия: расследование, реконструкция, экспертиза / под. ред. С. А. Евтюкова. СПб.: Издательство ДНК, 2012. 392 с.
13. Жанказиев С. В., Власов В. М. Научные подходы к формированию государственной стратегии развития интеллектуальных транспортных систем // Научные аспекты развития транспортно-телематических систем: сб. науч. тр. М.: МАДИ, 2010. С. 46–68.
14. Новиков И. А., Кравченко А. А., Шевицова А. Г., Васильева В. В. Научно-методологический подход к снижению аварийности на дорогах Российской Федерации // Мир транспорта и технологических машин. 2019. № 3. С. 58–65. DOI: 10.33979/2073-7432-2019-66-3-58-65.
15. Корчагин В. А., Ляпин С. А., Клявин В. Э., Ситников В. В. Повышение безопасности движения автомобилей на основе анализа аварийности и моделирования ДТП // Фундаментальные исследования. 2015. № 6. С. 251–256.
3. Kurakina E., Sergei E., Jaroslaw R. Forecasting of road accident in the VADS system. *Transportation Research Procedia*, 2018, vol. 36, pp. 380–385. DOI: 10.1016/j.trpro.2018.12.111
4. Kurakina E. V. *Ob effektivnosti provedeniya issledovaniy mest kontsentratsii DTP* [On the effectiveness of studies carried out at places of road traffic accident concentration]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2018, no. 2 (67), pp. 231–237. DOI: 10.23968/1999-5571-2018-15-2-231-237
5. Kurakina E. V. *Nauchno-metodicheskoe obespechenie avtotekhnicheskoy ekspertizy, uchityvayushchey tekhnicheskoe sostoyanie avtomobilya i dorozhnoy sredy*. Diss. kand. tekhn. nauk [Scientific and methodological support of auto technical examination, taking into account the vehicle technical condition and the road environment. PhD in Sci. Tech. diss.]. St. Petersburg, 2014, 169 p.
6. Kapitanov V., Silyanov V., Monina O., Chubukov A. Methods for traffic management efficiency improvement in cities. *Transportation Research Procedia*, 2018, vol. 36, pp. 252–259. DOI: 10.1016/j.trpro.2018.12.077
7. Brannolte U., Pribyl P., Silyanov V. Simulation of regional mortality rate in road accidents. *Transportation Research Procedia*, 2017, vol. 20, pp. 112–124. DOI: 10.1016/j.trpro.2017.01.032
8. Vrubel' Yu. A., Kapskiy D. V., Kot E. N. *Opredelenie poter' v dorozhnom dvizhenii* [Assessing of losses in road traffic]. Minsk, BNTU Publ., 2006, 252 p.
9. Plotnikov A. M. *Metodologiya obespecheniya bezopasnosti dvizheniya na reguliruemymkh peresecheniyakh ulichno-dorozhnoy seti megapolisov*. Diss. dokt. tekhn. nauk [Methodology for ensuring traffic safety at regulated intersections of the street and road network of megalopolises. Dr. Sci. Tech. diss.]. St. Petersburg, 2016, 269 p.
10. Domke E. R., Zhestkova S. A. *Veroyatnostnaya model' tormozheniya kolesnoy mashiny* [Probabilistic model of braking the wheeled vehicle]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin – World of transport and technological machines*, 2011, no. 2 (33), pp. 3–7.
11. Kurakina E., Sergei E., Ginzburg G. Systemic indicators of road infrastructure at accident clusters. *Architecture and Engineering*, 2020, vol. 1, pp. 51–58. DOI: 10.23968/2500-0055-2020-5-1-51-58
12. Evtyukov S. A., Vasil'ev Ya. V. *Dorozhno-transportnye proisshestiya: rassledovanie, rekonstruktsiya, ekspertiza* [Road traffic accidents: investigation, reconstruction, examination]. Ed. by Evtyukov S. A. St. Petersburg, DNK Publ., 2012, 392 p.
13. Zhankaziev C. B., Vlasov V. M. *Nauchnye podkhody k formirovaniyu gosudarstvennoy strategii razvitiya intellektual'nykh transportnykh sistem* [Scientific approaches to the formation of the state strategy for the development of intelligent transport systems]. *Sbornik*

References

1. Kravchenko P. A., Oleshchenko E. M. *Sistemniy podkhod v upravlenii bezopasnost'yu dorozhnogo dvizheniya v Rossiyskoy Federatsii* [System approach to traffic safety management in the Russian Federation]. *Transport Rossiyskoy Federatsii – Transport of the Russian Federation*, 2018, no. 2 (75), pp. 14–18.
2. Kravchenko P. A. *Organizatsiya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya v bol'shikh gorodakh* [Organization and safety of road traffic in big cities]. *Nauka i tekhnika v dorozhnoy otrasli – Science and technology in the road industry*, 2013, no.1 (64), pp. 1–2.

nauchnykh trudov «Nauchnye aspekty razvitiya transportno-telematicheskikh system» [Coll. of works "Scientific aspects of the development of transport and telematics systems"]. Moscow, MADI Publ., 2010, pp. 46–68.

14. Novikov I. A., Kravchenko A. A., Shevtsova A. G., Vasil'eva V. V. *Nauchno-metodologicheskii podkhod k snizheniyu avariynosti na dorogakh Rossiyskoy Federatsii* [Scientific and methodological approach to reducing accidents on the roads of the Russian Federation]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin – World of transport*

and technological machines, 2019, no. 3, pp. 58–65. DOI: 10.33979/2073-7432-2019-66-3-58-65.

15. Korchagin V. A., Lyapin S. A., Klyavin V. E., Sitnikov V. V. *Povyshenie bezopasnosti dvizheniya avtomobiley na osnove analiza avariynosti i modelirovaniya DTP* [Improving car traffic safety based on road traffic accident analysis and modeling]. *Fundamental'nye issledovaniya – Fundamental research*, 2015, no. 6, pp. 251–256.