УДК 656.051

© А. М. Плотников, д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: pampspb@yandex.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2018-15-4-204-209

© A. M. Plotnikov, Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: pampspb@yandex.ru

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЦИФРОВАЯ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ПЕРЕСЕЧЕНИЯХ ДОРОГ

DIAGNOSTIC DIGITAL ASSESSMENT OF TRAFFIC SAFETY AT ROAD INTERSECTIONS

Предложена диагностическая цифровая оценка безопасности дорожного движения в формализованных моделях схем организации движения с конфликтной нагрузкой на одноуровневых регулируемых и нерегулируемых светофорной сигнализацией пересечениях дорог (перекрестках) по действующей нормативной базе.

Ключевые слова: схемы организации движения, конфликтные ситуации от маневрирования транспортных средств на перекрестках, конфликтные точки в транспортных и в транспортно-пешеходных потоках.

The article presents the study results of diagnostic digital assessment of traffic safety in formalized models of traffic organization schemes with conflict situations on single-level regulated and non-regulated traffic light signaling road intersections (crossings) according to the current regulatory framework.

Keywords: traffic organization schemes, conflict situations at road intersections (crossings) caused by maneuvering of vehicles, conflict points in transport and transport-pedestrian currents.

В соответствии с Федеральным законом «О безопасности дорожного движения» от 10.12.1995 № 196-ФЗ Правительством РФ принята вторая Федеральная целевая программа (ФЦП) «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах». В ФЦП определены цель и абсолютные показатели по сокращению смертности (на 8 тыс. человек) от ДТП к 2020 г. по сравнению с 2012 годом.

Намеченные плановые показатели в ФЦП достигнуты в 2017 году. Смертность на дорогах РФ от ДТП снизилась до 16 600 человек, поэтому распоряжением Правительства РФ от 8 января 2018 г. № 1-р принята новая «Стратегия безопасности дорожного движения в РФ на 2018–2024 годы»¹. Основными показателями Стратегии являются повышение безопасности дорожного движения, а также стремление к нулевой смертности в ДТП к 2030 году. В качестве целевого ориентира Стратегии на 2024 год устанавливается показатель социального риска, со-

ставляющий не более 4 погибших на 100 тыс. населения.

На рис. 1 в разных показателях представлена статистика смертности от ДТП на дорогах РФ за 29 лет (с 1988 по 2017 г.). Она характеризует динамику состояния с безопасностью дорожного движения (БДД) в стране по упомянутым целевым показателям ФЦП и Стратегии.

За период с 2008 по 2018 г. наблюдается некоторый тренд снижения смертности, когда ежедневно погибают на дорогах России примерно от 80 до 50 человек. Такое снижение достигается преимущественно средствами ужесточения штрафных санкций за нарушение ПДД РФ. Физика же процессов с функционированием систем обеспечения безопасности дорожного движения (ОБДД), способная найти средства решения проблемы, продолжает оставаться недостаточно исследованной. Это состояние не позволяет выполнить заданные в указанном ФЗ № 196 фундаментальные государственные нормы по системной организации многочисленных видов деятельности. Последние должны осуществляться на различных этапах жизненного цикла системы,

¹ ОДМ 218.4.005–2010: утв. распоряжением Минтранса РФ от 24.06.2002 № ОС-557-р: взамен ВСН 25-86; ввод в действие с 24.06.02.

связанной с проектированием и эксплуатацией, а также с нормой требуемой законом технологии ОБДД [1]. Механизмом обеспечения безопасности дорожного движения закон определяет деятельность по предупреждению «опасных» факторов, способных вызвать смертность (статье ее причинами) в дорожном движении. Такую технологию давно реализуют многие страны мира, опыт которых доступен для освоения, но не осваивается должным образом в российской практике по многим причинам уже около 30 лет [2]. Технология известна под названием концепции «нулевой смертности на дорогах» и давно должна служить для России ориентиром в решении проблемы предупреждения причин, вызывающих дорожную смертность на особо аварийных участках комплекса ВАДС (водитель — автомобиль — дорога — среда).

В Российской Федерации из-за ограниченного финансирования комплексная задача «организации движения» с реализацией «эстакадно-строительных» мероприятий для разделения транспортных и пешеходных потоков (ТП и ПП) в пространстве решается сегодня медленно и только точно в мегаполисах. В связи с этим являются актуальными специальные задачи

«регулирования движения» с методами и приемами разделения ТП и ПП во времени на однострунных нерегулируемых и регулируемых пересечениях дорог (перекрестках). Поскольку пересечения дорог относятся к особо аварийным участкам в комплексе ВАДС [3–6], то в приложении к указанной норме ФЗ № 196 «О безопасности дорожного движения» в работе [7] проведены соответствующие научные исследования. Результаты этих исследований позволяют обеспечить для российской практики, в первую очередь, общесистемную базу «опасных» факторов и причины с глубоко осмысленными механизмами их парирования для существенного снижения смертности от ДТП — более чем на 22 %.

В качестве базы «опасных» факторов на однострунных регулируемых и нерегулируемых перекрестках (РП и НРП) при исследованиях приняты конфликтные ситуации в транспортных потоках и транспортно-пешеходных потоках, возникающие от маневрирования транспортных средств на них [8]. Маневры транспортных средств на перекрестках представлены в виде обобщенных формализованных моделей их схем организации движения (СОД) с конфликтными нагрузками (КЗ), которые, в свою очередь, отра-

Рис. 1. Динамика смертности от ДТП на дорогах в РФ за 29 лет (с 1988 по 2017 г.)

жают конфликтные ситуации в точках контакта от маневров в транспортно-пешеходных потоках (ТПП), т. е. в «конфликтных точках» ТПП [9–14].

В практике ОБДД к «конфликтным точкам» (КТ) на РП и НП относят [3, 4]: точки пересечения (п), слияния (с), отклонения (о) и удары сзади. Сегодня практически не используются научные знания об имеющемся информационном потенциале в видах, количестве, степени опасности КТ, имеющих в действующих или разрабатываемых схемах организации движения на РП и НП, которые позволяют осуществлять их малозатратную диагностику цифровой количественной оценки уровня требований к безопасности движения (УТБД) — $R_{\text{пл max}}$ [6–8]:

$$R_{\text{пл max}} = 0,43п + 0,25с + 0,1о + 0,75,$$

где п, с и о — число по видам конфликтных точек соответственно пересечений («транспорт — транспорт» и «транспорт — пешеход»), слияний, отклонений; четвертое слагаемое учитывает вероятность столкновений транспортных средств (ТС), которые не соблюдают между собой безопасную дистанцию при движении.

Пример методики алгоритма исследования УТБД в вариантах СОД с КЗ на нерегулируемых пересечениях представлен на рис. 2.

В блоке (3) рис. 2 приведен разработанный понятийный аппарат соответствующих уровней требований к безопасности движения (УТБД) — **R: повышенный, промежуточный, допустимый, недопустимый** — вместо действующего понятийного аппарата² с видами по степеням опасности пересечений K_a (ед.): **неопасное, малоопасное, опасное, очень опасное**. При этом в понятийном аппарате сохранены соответствующие нормативные интервалы цифровых значений шкалы оценок (ед.): $0 \leq 3$; $3 < 8$; $8 \leq 12$; $12 < 16$.

Визуализированные примеры 1 и 2 для СОД с КЗ [6, 7] даны в таблице.

Одним из этапов использования идей упомянутой зарубежной концепции «нулевой смертности на дорогах» может служить диагностическая цифровая оценка безопасности дорожного движения на пересечениях дорог с примене-

² ОДМ 218.4.005–2010: утв. распоряжением Минтранса РФ от 24.06.2002 № ОС-557-р: взамен ВСН 25-86; ввод в действие с 24.06.02.

Рис. 2. Методика алгоритма исследования УТБД в вариантах рисунков формализованных моделей СОД с КЗ на НП

Примеры формализованных моделей СОД с КЗ

Оценка УТБД в СОД с КЗ однополосного Т-образного НП	Оценка УТБД в СОД с КЗ двухполосного Х-образного НП
<p>Формализованная СОД с КЗ для однополосного Т-образного НП с пешеходными потоками в режиме саморегулирования и разрешенными разворотами транспортных средств. Вариант 1 — все маневры на НП разрешены: конфликтные точки, шт.: пересечения ● — 9; слияния ● — 6; отклонения ○ — 5; всего 20 конфликтных точек. Уровень конфликтной загрузки такого варианта $R_{Пл\max} = 6,6$ ед. в подклассе ПрУТБД.</p> <p>Вариант 2 — развороты ТП на НП запрещены: конфликтные точки, шт.: пересечений ● — 9; слияний ● — 3; отклонений ○ — 2; всего = 14; $R_{Пл\max} = 4,6$ ед. — ПрУТБД.</p> <p>Вариант 3 — если пешеходного движения нет (т. е. есть подземный или надземный переходы), конфликтные точки, шт.: пересечения ● — 3; слияния ● — 6; отклонения ○ — 5; всего 14; $R_{Пл\max} = 4$ ед. — ПрУТБД. Эксплуатация такого НП допускается.</p>	<p>Формализованная СОД с КЗ двухполосных Х-образных НП с пешеходными потоками и разрешенными разворотами ТП. Вариант 1 — все маневры на НП разрешены: конфликтные точки, шт.: пересечений ● — 36; слияний ● — 12; отклонений ● — 12; всего = 60, $R_{Пл\max} = 20,4$ ед.</p> <p>Вариант 2 — развороты ТП на НП запрещены: конфликтные точки, шт.: пересечений ● — 36; слияний ● — 8; отклонений ● — 8; всего = 52, $R_{Пл\max} = 19$ ед.</p> <p>Вариант 3 — если пешеходного движения нет (т. е. есть подземный или надземный переходы), конфликтные точки, шт.: пересечения ● — 16; слияния ● — 12; отклонения ● — 12; всего 40, $R_{Пл\max} = 11,8$ ед. — ДУТБД. Эксплуатация такого НП не допускается.</p>

нием разработанной методологии в работах [6, 7, 15, 16].

Выводы

Для практического внедрения в РФ концепции «нулевой смертности на регулируемых и нерегулируемых пересечениях дорог» в приложении к задачам Стратегии БДД по части смертельных исходов на одноуровневых регулируемых и нерегулируемых перекрестках дорог необходимо решить нижеследующие задачи:

1. Реализовать пилотные проекты диагностического (инвентаризационного) аудита на одноуровневых регулируемых и нерегулируемых пересечениях дорог в крупных городах и населенных пунктах РФ с цифровой количественной оценкой УТБД — $R_{Пл\max}$ для выявления по их значениям очагов аварийности.

2. Паспортизировать и ранжировать оценки УТБД для планирования первоочередных работ

по модернизации одноуровневых пересечений дорог с очагами аварийности.

3. Рационально минимизировать число конфликтных точек в моделях СОД с КЗ на аварийных одноуровневых РП или НП для оптимизации их транспортной эффективности.

4. Снизить смертность на одноуровневых пересечениях дорог более чем на 22 %, что является существенным вкладом в выполнение целевого ориентира «Стратегии безопасности дорожного движения на 2018–2024 годы» с количественным показателем не более 4 погибших в ДТП на 100 тыс. населения.

Библиографический список

1. Организация дорожного движения в городах / под общ. ред. Ю. Д. Шелкова. М.: Научно-исследовательский центр ГАИ МВД России, 1995. 143 с.

2. Плотников А. М. О приложении концепции «нулевой смертности» на дорогах к задачам разработки схем организации движения на регулируемых перекрестках // Транспорт Российской Федерации. 2010. № 2 (27). С. 26–29.

3. Плотников А. М. Алгоритмы и технические средства повышения безопасности движения на регулируемых перекрестках // Транспорт Российской Федерации. 2011. № 5 (36). С. 28–30.

4. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов. М.: Транзит, 1990. 194 с.

5. Пат. на полезную модель 159669 Российская Федерация. Система автоматического управления дорожным движением на одноуровневом регулируемом перекрестке / А. М. Плотников. Зарег. и опублик. 20.02.2016. Бюл. № 5.

6. Плотников А. М. Управление безопасностью дорожного движения на одноуровневых перекрестках. Теория и практика. СПб.: Экспертные решения, 2014. 404 с.

7. Плотников А. М. Методология обеспечения безопасности движения на регулируемых пересечениях улично-дорожных сетей мегаполисов: дис. ... д-ра техн. наук. СПб., 2016. 475 с. URL: <http://dis.spbgasu.ru/specialty/personal/plotnikov-anatoliy-mihaylovich>

8. Плотников А. М. Методология оценки безопасности дорожного движения на регулируемых пересечениях // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 3 (56). С. 227–232.

9. Плотников А. М., Григорьева В. С., Андреев А. В. Оценка ресурса безопасности дорожного движения на регулируемых перекрестках с надземными переходами // Транспорт Российской Федерации. 2012. № 1 (38). С. 58–61.

10. Кравченко П. А., Плотников А. М. Комбинированное управление движением на многополосных регулируемых перекрестках, минимизирующее уровень дорожной опасности // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 6 (35). С. 139–142.

11. Плотников А. М. Алгоритмы и технические средства повышения безопасности движения на регулируемых перекрестках // Транспортная безопасность и технологии. 2012. № 4 (31). С. 113–116.

12. Плотников А. М. Управление дорожным движением на регулируемых пересечениях в одном уровне // Наука и техника в дорожной отрасли. 2013. № 1. С. 7–9.

13. Плотников А. М., Григорьева В. С. Повышение эффективности управления дорожным движением на регулируемых перекрестках // Наука и техника в дорожной отрасли. 2013. № 3. С. 5–8.

14. Плотников А. М., Григорьева В. С. Малозатратные средства повышения дорожной безопасности на

одноуровневых регулируемых перекрестках // Авто-транспортное предприятие. 2013. № 3. С. 19–23.

15. Plotnikov A., Kotikov Ju., Kravtchenko P. Classification Investigations of Traffic Management Schemes Having Conflict Loading at the Signal-Controlled Road Junctions // Transportation Research Proceedings. 12th International Conference. 2017. Vol. 20. Pp. 511–515.

16. Плотников А. М. Система автоматического управления движением на регулируемых пересечениях в чрезвычайных ситуациях // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 6 (53). С. 195–198.

References

1. Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya v gorodakh [Organization of traffic in the cities]. Ed. by Shelkov Yu. D. Moscow, Nauchno-issledovatel'skiy tsentr GAI MVD Rossii Publ., 1995, 143 p.

2. Plotnikov A. M. O prilozhenii kontseptsii «nulevoy smertnosti» na dorogakh k zadacham razrabotki skhem organizatsii dvizheniya na re-guliruemyykh perekrestkakh [About application of the “zero mortality” concept on roads to the problems of development of traffic organization schemes at regulated intersections]. *Transport Rossiyskoy Federatsii – Transport of the Russian Federation*, 2010, no. 2 (27), pp. 26–29.

3. Plotnikov A. M. Algoritmy i tekhnicheskie sredstva povysheniya bezopasnosti dvizheniya na reguliruemyykh perekrestkakh [Algorithms and technical means of increase in traffic safety at regulated intersections]. *Transport Rossiyskoy Federatsii – Transport of the Russian Federation*, 2011, no. 5 (36), pp. 28–30.

4. Lobanov E. M. *Transportnaya planirovka gorodov* [Transport planning of cities]. Moscow, Tranzit Publ., 1990, 194 p.

5. Plotnikov A. M. *Sistema avtomaticheskogo upravleniya dorozhnym dvizheniem na odnouronnevom reguliruemom perekrestke* [The system of automatic control of traffic at the single-level adjustable intersection]. Patent RF no. 159669, 2016.

6. Plotnikov A. M. *Upravlenie bezopasnost'yu dorozhnogo dvizheniya na odnouronnevyykh perekrestkakh. Teoriya i praktika* [Management of traffic safety at single-level intersections. Theory and practice]. St. Petersburg, Ehkspertnye resheniya Publ., 2014, 404 p.

7. Plotnikov A. M. *Metodologiya obespecheniya bezopasnosti dvizheniya na reguliruemyykh peresecheniyakh ulichno-dorozhnykh setey megalopolisov. Diss. dokt. tekhn. nauk* [Methodology of safety of the movement on adjustable crossings of street road networks of megalopolises. Dr. Sci. Tech. diss.]. St. Petersburg, 2016, 475 p. Available at: <http://dis.spbgasu.ru/specialty/personal/plotnikov-anatoliy-mihaylovich>.

8. Plotnikov A. M. *Metodologiya otsenki bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya na reguliruemyykh peresecheniyakh* [Methodology of assessment of traffic safety at regulated intersections]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2016, no. 3 (56), pp. 227–232.

9. Plotnikov A. M., Grigor'eva V. S., Andreev A. V. *Otsenka resursa bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya na reguliruemyykh perekrestkakh s nadzemnymi perekhodami* [Assessment of traffic safety resource at regulated intersections with walk-over-track pedestrian bridges]. *Transport Rossiyskoy Federatsii – Transport of the Russian Federation*, 2012, no. 1 (38), pp. 58–61.

10. Kravchenko P. A., Plotnikov A. M. *Kombinirovannoe upravlenie dvizheniem na mnogopolosnykh reguliruemyykh perekrestkakh, minimiziruyushchee uroven' dorozhnoy opasnosti* [Combined traffic control at multi-level adjustable intersections minimizing the level of road danger]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2012, no. 6 (35), pp. 139–142.

11. Plotnikov A. M. *Algoritmy i tekhnicheskie sredstva povysheniya bezopasnosti dvizheniya na reguliruemyykh perekrestkakh* [Algorithms and technical means of increasing traffic safety at adjustable intersections]. *Transportnaya bezopasnost' i tekhnologii – Transport safety and technologies*, 2012, no. 4 (31), pp. 113–116.

12. Plotnikov A. M. *Upravlenie dorozhnym dvizheniem na reguliruemyykh peresecheniyakh v odnom urovne*

[Management of traffic at one-level regulated crossings]. *Nauka i tekhnika v dorozhnoy otrasli – Science and technology in road branch*, 2013, no. 1, pp. 7–9.

13. Plotnikov A. M., Grigor'eva V. S. *Povyshenie ehffektivnosti upravleniya dorozhnym dvizheniem na reguliruemyykh perekrestkakh* [Increasing the management efficiency of traffic at adjustable intersections]. *Nauka i tekhnika v dorozhnoy otrasli – Science and technology in road branch*, 2013, no. 3, pp. 5–8.

14. Plotnikov A. M., Grigor'eva V. S. *Malozatratnye sredstva povysheniya dorozhnoy bezopasnosti na odnourovnevyykh reguliruemyykh perekrestkakh* [Low-cost means of increasing the road safety at single-level regulated intersections]. *Avtotransportnoe predpriyatie – Motor transportation enterprise*, 2013, no. 3, pp. 19–23.

15. Plotnikov A., Kotikov Ju., Kravtchenko P. *Classification Investigations of Traffic Management Schemes Having Conflict Loading at the Signal-Controlled Road Junctions*. *Transportation Research Proceedings*, 12th International Conference, 2017, vol. 20, pp. 511–515.

16. Plotnikov A. M. *Sistema avtomaticheskogo upravleniya dvizheniem na reguliruemyykh peresecheniyakh v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Automatic traffic control system at regulated intersections in emergency situations]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2015, no. 6 (53), pp. 195–198.