УДК 656.056.4

СВЕТОФОРНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Канд. техн. наук **С.В. Витолин**
(Волгоградский государственный технический университет)
Конт. информация: vitolinsv@mail.ru

В статье определены значение и критерии безопасности дорожного движения для регулируемого перекрестка. Регулируемые перекрестки являются наиболее выраженными местами концентрации ДТП на улично-дорожной сети г. Волгограда. Безопасность дорожного движения является определяющим потребительским свойством регулируемого перекрестка. Предложены методология оценки и повышения безопасности дорожного движения на регулируемом перекрестке и классификация критериев безопасности дорожного движения, которая включает: сигнально-технические, конструктивно-геометрические и статистические критерии.

Безопасность дорожного движения на регулируемом перекрестке определяют условия видимости и оценка возможности проезда регулируемого перекрестка. Условия видимости должны сигнально-технически компенсироваться устройством бесконфликтного пропуска транспортных и пешеходных потоков, а также длительностью промежуточных тактов в цикле регулирования. Увеличение длительности промежуточных тактов приводит к повышению безопасности дорожного движения, но при этом снижается практическая пропускная способность транспортных потоков.

***Ключевые слова**: безопасность дорожного движения, аварийность, светофорное регулирование, регулируемый перекресток, экспертный опрос.*

ВВЕДЕНИЕ

Повторяющиеся дорожно-транспортные происшествия (ДТП) и тяжесть их последствий выявляют наличие проектных, строительных и эксплуатационных недостатков участков улично-дорожной сети (УДС). На **рис. 1** представлена модель айсберга безопасности дорожного движения (БДД), согласно **[1]**.

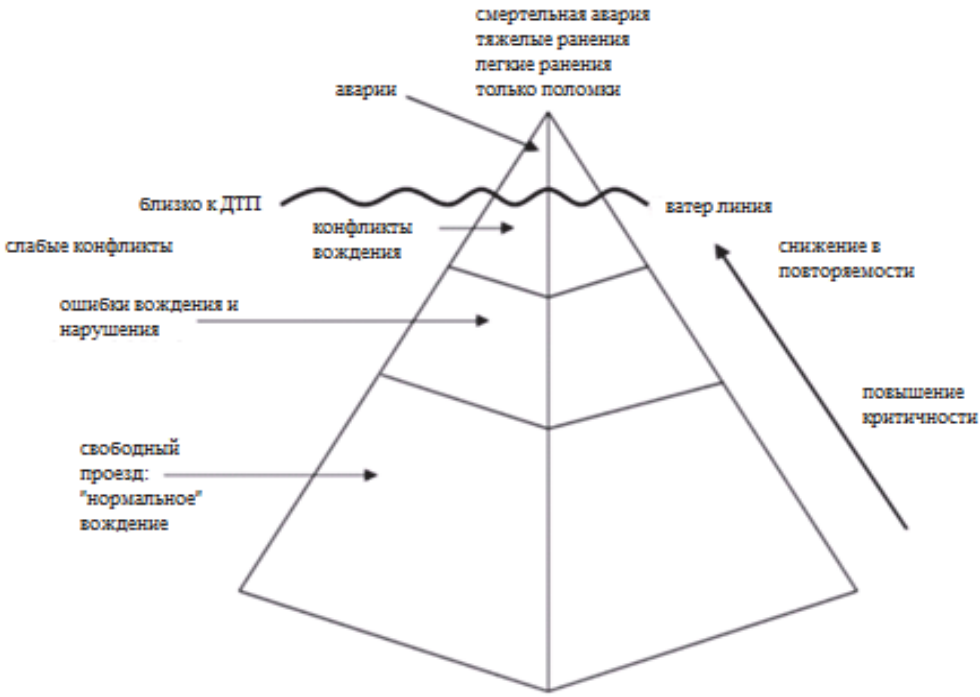

Рис. 1. Модель айсберга безопасности дорожного движения

На регулируемых перекрестках (РП) городов России происходит от 8,8 до 24,4 % ДТП (чем больше город, тем больше ДТП приходится на РП) **[2]**. Исследование Т. Вилтшко в Германии **[3]** показало, что из 546 ДТП в восточной части г. Штутгарта 21 % ДТП приходилось на РП.

Наиболее значимыми являются ДТП с погибшими, сокращение их является важнейшей целью мероприятий по БДД. На **рис. 2** показано распределение количества ДТП с погибшими в г. Волгограде за 2018 г. на различных участках УДС. Самая большая доля ДТП с погибшими приходится на перегоны (60 %), но учитывая протяженность перегонов, наиболее концентрированными проблемными участками являются светофорные объекты (СО), включающие как РП, так и регулируемые пешеходные переходы. Доля ДТП с погибшими на СО – 23 %.

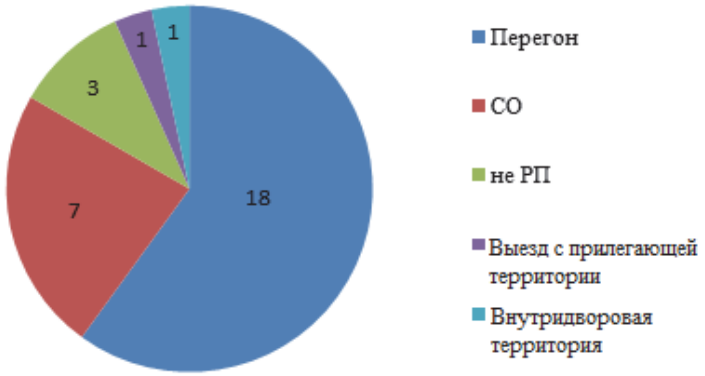

Рис. 2. Распределение количества ДТП с погибшими в 2018 г. в г. Волгограде

Согласно нормативу **[4],** на УДС г. Волгограда за 11 месяцев 2018 г. были выявлены места концентрации ДТП. На **рис. 2** показаны результаты анализа распределения участков концентрации ДТП по типам участков УДС.

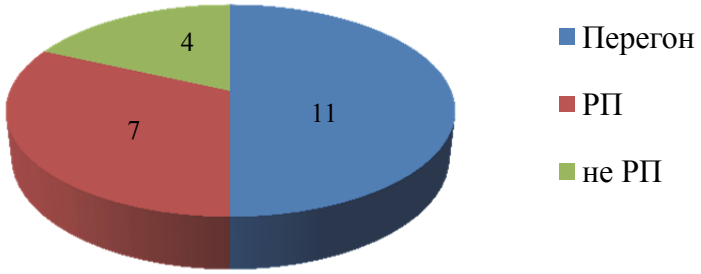

Рис. 3. Распределение мест концентрации ДТП в г. Волгограде за 11 месяцев 2018 г.

Доля мест концентрации ДТП на РП составляет 32 %. Учитывая концентрированность данных участков, разработка рекомендаций и мероприятий для повышения БДД на РП является важнейшей задачей.

Оценка уровня безопасности дорожного движения на регулируемом перекрестке

Чем меньше транспортных и пешеходных потоков на РП пропускается одновременно (допустим конфликт), тем выше должна быть БДД. Проведенное в Германии исследование **[5]** показало, что введение дополнительных фаз регулирования на больших РП не только повышает БДД и снижает экономические потери из-за ДТП, но и может приводить к повышению общей пропускной способности **(рис. 4)**.

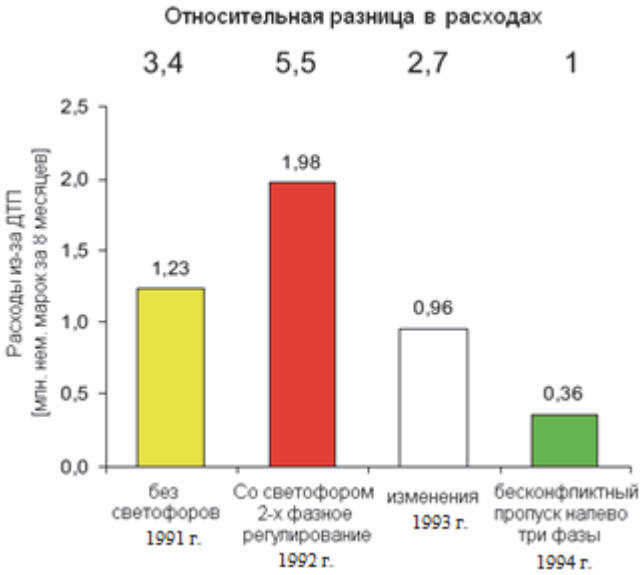

Рис. 4. Сравнение затрат от ДТП на пересечении дорог при различных методах организации дорожного движения (с 1991 г. по 1994 г.)

Следует отметить, что в Российской Федерации в соответствии с ГОСТ Р 52289-2004 не допускается пересечение транспортных и пешеходных потоков в одной фазе светофорного цикла в отличие от Германии.

Для оценки БДД на РП значимым показателем является не только фактическое количество ДТП, но и возникающие опасные ситуации, еще не приводившие к ДТП и которые могут быть оценены по недо-

статкам на местности. На **рис. 5** представлен подход к регулируемому перекрестку с необеспеченной боковой видимостью.

Рис. 5. Отсутствие боковой видимости на регулируемом перекрестке

Результаты экспертного опроса значения и критериев БДД на РП

Значение таких потребительских свойств как «качество дорожного движения» (уровень обслуживания движения), «безопасность дорожного движения» и «эксплуатационная надежность» оценивались специалистами в Германии соответственно как 40% / 40% / 20% или 50% / 40% / 10% **[6]**. То есть значение качества дорожного движения (степень загрузки, задержки на перекрестке) оценивается не меньше, а иногда и выше чем БДД, также подчеркивается значимость эксплуатационной надежности (безотказность, работоспособность).

Опрос экспертов по организации дорожного движения и проектированию автомобильных дорог в г. Волгограде в рамках работы **[7]** показал, что безопасность дорожного движения является наиболее значимым потребительским свойством **(рис. 6)**.

На критериальном уровне определяющими потребительскими свойствами категории БДД, согласно мнению экспертов, являются условия видимости, а также понимание того, как проехать через перекресток **(рис. 7)**.

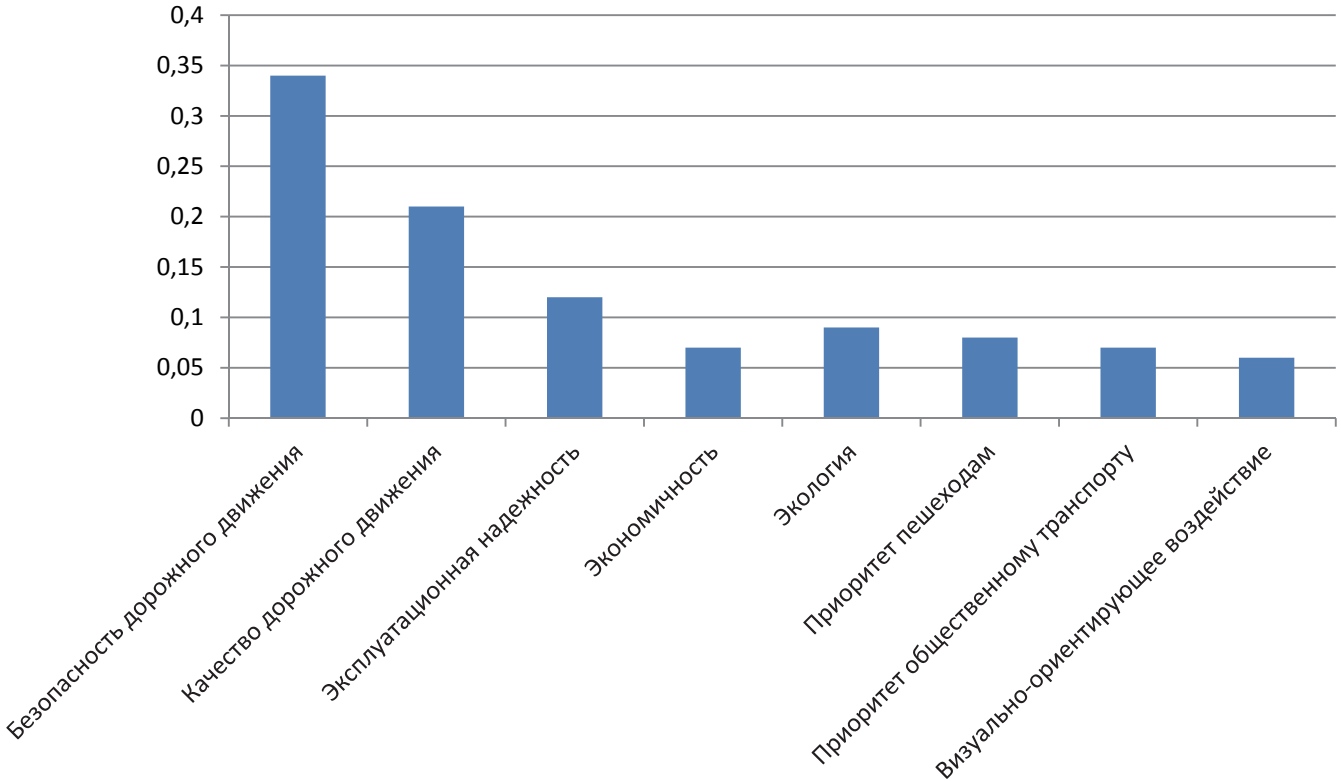

Рис. 6. Значимость целевых потребительских свойств РП (результат опроса экспертов)

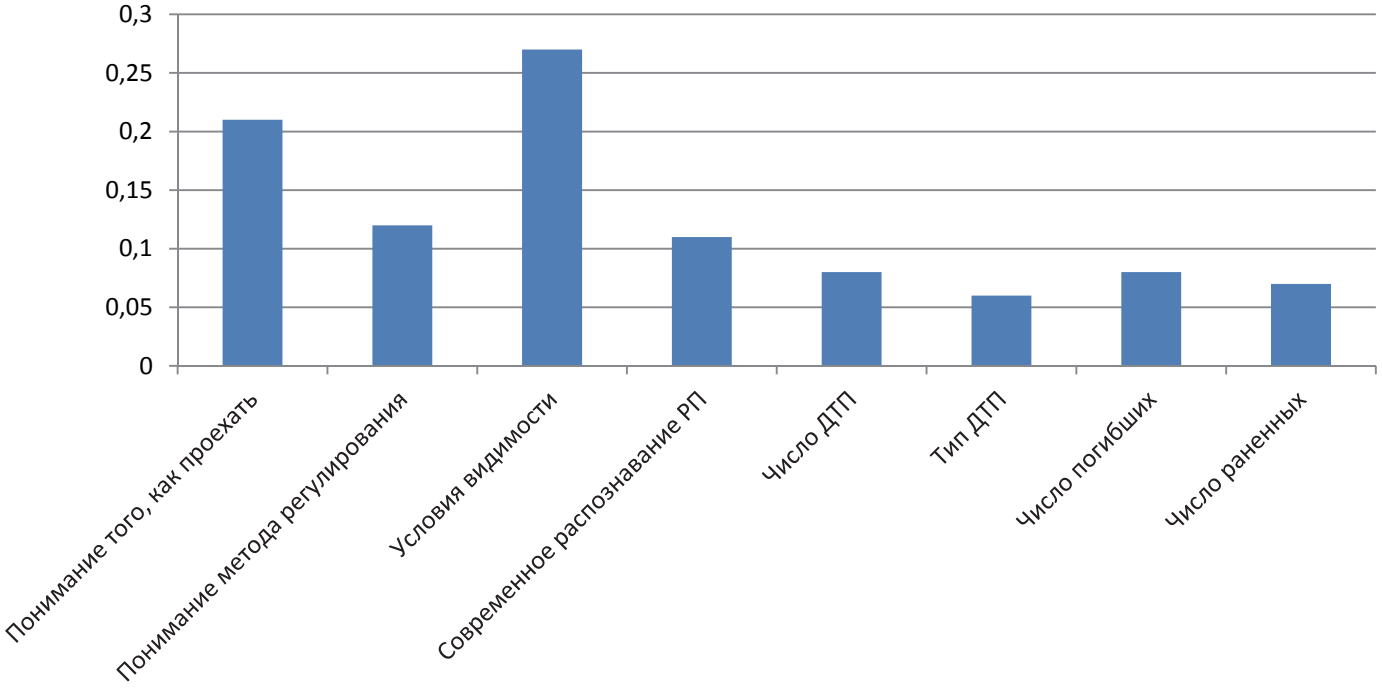

Рис. 7. Значимость показателей безопасности дорожного движения на РП

Результаты исследования и их обсуждение

Критерии БДД на РП, являющиеся определяющими, согласно мнению экспертов, предлагается систематизировать следующим образом (**рис. 8**).

Рис. 8. Классификация критериев БДД на РП

На основе результатов анализа технической литературы, результатов опроса экспертов, практических наблюдений на РП предлагается следующая методология оценки БДД на РП **(рис. 9)**.

Рис. 9. Методология оценки безопасности дорожного движения на РП

Методология повышения БДД на РП заключается в изменении оцениваемых параметров **(рис. 9)**. Статистические показатели аварийности не могут непосредственно быть определены не водителями, не пешеходами. Кроме того, на эти показатели влияют множество других косвенных причин (погодные условия, состояние покрытия проезжей части и др.). Однако высокие показатели аварийности в местах концентрации ДТП выявляют серьезные проблемы в БДД. Высокая тяжесть последствий из-за ДТП на РП (места концентрации со смертельными случаями и ранениями) требует срочных мероприятий по повышению БДД. Повреждения автомобилей и вызываемые ДТП заторы требуют менее срочных мероприятий. Ликвидация недостатков (видимость, обустройство), которые еще не привели к ДТП, должна осуществляться по мере наличия финансовых возможностей. Повысить БДД на РП можно относительно недорогими мероприятиями, например, увеличением длительности промежуточных тактов, обрезкой ограничивающих видимость деревьев и др.

Пример обустройства РП в Германии показан на **рис. 10.**

Рис. 10. Регулируемый перекресток в Германии

Заключение

Безопасность дорожного движения на РП определяется, согласно мнению экспертов, условиями видимости и правильностью понимания водителем возможности проезда РП. Условия видимости должны сигнально-технически компенсироваться устройством бесконфликтного пропуска транспортных и пешеходных потоков через РП, а также длительностью промежуточных тактов в цикле регулирования. Увеличение длительности промежуточных тактов может способствовать повышению безопасности дорожного движения, но при этом снижается практическая пропускная способность транспортных потоков. Установлено, что при больших расстояниях до конфликтных точек (например, до дальнего пешеходного перехода) в г. Волгограде длительность промежуточных тактов такова, что автомобили часто движутся еще перед дальним пешеходным переходом или по нему, когда для пешеходов уже загорелся разрешающий сигнал, что приводит к повышенной вероятности ДТП. Применение сигнала светофора «кругом красный» способно ограничить выход пешеходов на проезжую часть одновременно с проезжающими автомобилями. В Германии методика оценки длительности промежуточных тактов является более сложной и детализированной **[8]**, чем в России.

В Германии повышение качества дорожного движения (сокращение средних задержек на РП, обеспечение безостановочного проезда РП) оценивают равнозначно БДД. Выбор схемы организации дорожного движения на РП является компромиссом между качеством дорожного движения и БДД. На сложных РП при большом количестве светофоров и сложных схемах пофазного разъезда водители могут неправильно воспринимать сигналы светофора (принимать во внимание не те светофоры, которые предназначены для них). По такой причине отмечались случаи возникновения ДТП на РП в г. Волгограде. При условии понимания того, как функционирует РП, обеспечении видимости сигналов светофоров, самого перекрестка, транспортных и пешеходных потоков на нем, имеется возможность оценки водителями риска, на который они идут при нарушении сигналов светофоров, при слишком коротких промежуточных тактах, очень высокой или низкой скорости движения.

Учитывая высокую аварийность на РП в России, следует провести исследование влияния изменения длительности промежуточных тактов светофорных сигналов, а также влияния условно-совместимого пропуска при просачивании транспортных средств на безопасность дорожного движения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Maycock G. Accident liability: the human perspective: in T. Rothangatter & E.C. Vaya (Eds.). Traffic & Transport Psychology. Theory & Applications. – Amsterdam: Pergamon, 1997. – PP. 65-76.*
2. *Буслаев А. П. Вероятностные и имитационные подходы к оптимизации автодорожного движения / А. П. Буслаев [и др.]; под ред. чл.-корр. РАН В.М. Приходько. – М.: Мир, 2003. – 368 с.*
3. *Wiltschko T. Sichere Information durch infrastrukturgestützte Fahrerassistenzsysteme zur Steigerung der Verkehrssicherheit an Straßenknotenpunkten, Dissertation zur Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs. – Universität Stuttgart, 2004. – 177 s.*
4. *ОДМ 218.6.015-2015. Рекомендации по учету и анализу дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации / ФГБУ «РОСДОРНИИ». – 2015. – 78 с.*
5. *Scholz T., Ortlepp J. Verkehrstechnische Auswirkungen der Sonderphase für Linksabbieger an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage. – Forschungsbericht, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft. – 2010. – 95 s.*
6. *Bosserhoff D. Qualitätssicherung an Lichtsignalanlagen. – Handbuch für Verkehrssicherheit und Verkehrstechnik der Hessischen Straßen- und Verkehrsverwaltung – ein Projektbereich von «Staufreies Hessen 2015». – Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen. – 2008. – 15 s.*
7. *Витолин С.В. Совершенствование транспортных потребительских свойств изолированных регулируемых перекрестков улично-дорожной сети города: дис. … техн. наук: 05.23.11 / Витолин Сергей Владимирович; Волгогр. гос. архитектурно-строит. ун-т. – Волгоград, 2014. – 169 с.*
8. *Девятов М. Основы теории транспортных потоков, организации и управления дорожным движением в России и Германии: учебное пособие на русском и немецком языках / М. Девятов, Р. Кюхлер, В. Девятов, С. Витолин. – Волгоград: Изд.-во Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та, 2009. – 498 с.*

LITERATURA

1. *Maycock G. Accident liability: the human perspective: in T. Rothangatter & E.C. Vaya (Eds.). Traffic & Transport Psychology. Theory & Applications. – Amsterdam: Pergamon, 1997. – PP. 65-76.*

2. *Buslaev A. P. Veroyatnostnye i imitacionnye podhody k optimizacii avtodorozhnogo dvizheniya / A. P. Buslaev [i dr.]; pod red. chl.-korr. RAN V.M. Prihod'ko. – M.: Mir, 2003. – 368 s.*
3. *Wiltschko T. Sichere Information durch infrastrukturgestützte Fahrerassistenzsysteme zur Steigerung der Verkehrssicherheit an Straßenknotenpunkten, Dissertation zur Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs. – Universität Stuttgart, 2004. – 177 s.*
4. *ODM 218.6.015-2015. Rekomendacii po uchetu i analizu dorozhno-transportnyh proisshestvij na avtomobil'nyh dorogah Rossijskoj Federacii / FGBU «ROSDORNII». – 2015. – 78 c.*
5. *Scholz T., Ortlepp J. Verkehrstechnische Auswirkungen der Sonderphase für Linksabbieger an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlage. – Forschungsbericht, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft. – 2010. – 95 s.*
6. *Bosserhoff D. Qualitätssicherung an Lichtsignalanlagen. – Handbuch für Verkehrssicherheit und Verkehrstechnik der Hessischen Straßen- und Verkehrsverwaltung – ein Projektbereich von «Staufreies Hessen 2015». – Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen. – 2008. – 15 s.*
7. *Vitolin S.V. Sovershenstvovanie transportnyh potrebitel'skih svojstv izolirovannyh reguliruemyh perekrestkov ulichno-dorozhnoj seti goroda: dis. ... tekhn. nauk: 05.23.11 / Vitolin Sergej Vladimirovich; Volgogr. gos. arhitekturno-stroit. un-t]. – Volgograd, 2014. – 169 s.*
8. *Devyatov M. Osnovy teorii transportnyh potokov, organizacii i upravleniya dorozhnym dvizheniem v Rossii i Germanii: uchebnoe posobie na russkom i nemeckom yazykah / M. Devyatov, R. Kyuhler, V. Devyatov, S. Vitolin. – Volgograd: Izd.-vo Volgogr. gos. arhit.-stroit. un-ta, 2009. – 498 s.*

TRAFFIC LIGHT REGULATION AND ROAD TRAFFIC SAFETY

Ph. D. (Tech.) ***S.V. Vitolin***
(Volgograd State Technical University)
Contact information: vitolinsv@mail.ru

The value and criteria of road traffic safety for the signalized intersection are defined. Signalized intersections are the most expressed places of concentration of traffic accident on road network of Volgograd City. Road traffic safety is the defining consumer property of the signalized intersection. The methodology of assessment and increase of road traffic safety at the signalized intersection is offered. Classification of criteria of road traffic safety

including signal and technical, constructive and geometrical, as well as statistical criteria is offered.

Road traffic safety at the signalized intersection is determined by visibility conditions and understanding of the way how to pass the signalized intersection. Visibility conditions have to be compensated by signal and technical means using the conflict-free gating device and also duration of change intervals in regulation cycle. Increasing in duration of change intervals leads to improve road traffic safety, but at the same time the practical capacity of traffic flows decreases.
***Key words**: road traffic safety, accident rate, traffic light regulation, signalized intersection, expert poll.*

Рецензент: начальник отдела инженерного оборудования и обустройства автомобильных дорог О.Н. Кузьмин (ФАУ «РОСДОРНИИ»).
Статья поступила в редакцию: 13.02.2019 г.