

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2018, №3, Том 10 / 2018, No 3, Vol 10 <https://esj.today/issue-3-2018.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/07SAVN318.pdf>

Статья поступила в редакцию 21.04.2018; опубликована 19.06.2018

Ссылка для цитирования этой статьи:

Кочетков А.В., Щеголева Н.В., Чижиков И.А., Кочетков В.А., Шашков И.Г. Метод анализа и расчета риска потери устойчивости автомобиля на радиусе закругления при проектировании и эксплуатации автомобильных дорог // Вестник Евразийской науки, 2018 №3, <https://esj.today/PDF/07SAVN318.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Kochetkov A.V., Shchegoleva N.V., Chizhikov I.A., Kochetkov V.A., Shashkov I.G. (2018). Method of the analysis and calculation of risk of loss of stability of the car on curve radius at design and operation of highways. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 3(10). Available at: <https://esj.today/PDF/07SAVN318.pdf> (in Russian)

УДК 625.7/.8

Кочетков Андрей Викторович

ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия
Доктор технических наук, профессор
E-mail: soni.81@mail.ru

Щеголева Наталья Вячеславовна

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Саратов, Россия
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: Shegoleva123@mail.ru

Чижиков Илья Александрович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
Москва, Россия
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: ilya2@mail.ru

Кочетков Владимир Анатольевич

Военного учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Россия
Старший преподаватель
Кандидат технических наук
E-mail: igoshashkov@yandex.ru

Шашков Игорь Геннадиевич

Военного учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Россия
Старший преподаватель
Кандидат технических наук
E-mail: igoshashkov@yandex.ru

Метод анализа и расчета риска потери устойчивости автомобиля на радиусе закругления при проектировании и эксплуатации автомобильных дорог

Аннотация. Теоретико-вероятностный подход, в частности теория риска, позволяет повысить безопасность, комфорт и удобство движения путем изменения геометрических и транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог.

Параметры закругления (радиус кривой), коэффициент сцепления, и продольный уклон оказывают влияние на вероятность потери устойчивости автомобиля на радиусе закругления проезжей части, связанной с заносом или опрокидыванием автомобиля. Данная процедура призвана определить и уменьшить до допустимого риска вероятность возникновения ДТП по причине несовершенства дорожных условий (параметров закругления).

Рассматривается типовой пример съезда с автозаправочной станции в районе д. Талашманово Володарского района Нижегородской области на автомагистрали «Москва-Нижний Новгород». Согласно технико-экономическому обоснованию и практике расчетов рисков допустимым риском при проектировании геометрических элементов автомобильных дорог является 0,0001 (1 из 10 000 автомобилей попадут в ДТП). На исследуемом дополнительного примыкания $R_{пр} = 25$ м допустимый риск обеспечивается при скорости движения около 35 км/ч.

Ключевые слова: техническое регулирование; оценка степени риска; оценка степени вреда; теория риска; мероприятия по эксплуатации; жизненный цикл; менеджмент качества; стандарты; теоретико-вероятностный подход; дорожное хозяйство

Введение

10 мая 2018 года был утвержден ГОСТ Р 58137-2018 Дороги автомобильные общего пользования. Руководство по оценке риска в течение жизненного цикла, разработанный при участии авторов настоящей статьи. Стандарт направлен на расширенное применение инноваций и повторных технических решений в дорожном хозяйстве при разработке проектной документации и на других этапах жизненного цикла автомобильных дорог [1-5].

В соответствии с пунктом 4 Приложения № 9 к Договору о Евразийском экономическом союзе соблюдение требований Технического регламента Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» (ТР ТС 014/2011) обеспечивается применением на добровольной основе: межгосударственных стандартов, содержащихся в перечнях, утвержденных Решением Коллегии Евразийской экономической комиссии от 29.12.2015 № 176 «О внесении изменений в Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 18.09.2012 № 159», а в случае их отсутствия – национальных (государственных) стандартов Российской Федерации; иных нормативно-технических документов на основе анализа рисков, в том числе в целях использования инновационных технических и технологических решений.

По аналогии в части автомобильных дорог, не относящихся к автомобильным дорогам общего пользования, а также улиц населенных пунктов согласно п.6 Статьи 15 Федерального закона от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» соответствие проектных значений параметров и других проектных характеристик объектов требованиям безопасности, а также проектируемые мероприятия по обеспечению их безопасности должны быть обоснованы применением: перечней национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной и добровольной основе обеспечивается соблюдение требований 384-ФЗ; специальных технических условий.

В случае отсутствия указанных требований соответствие проектных значений и характеристик требованиям 384-ФЗ могут быть обоснованы, в том числе, оценкой риска возникновения опасных природных процессов и явлений и (или) техногенных воздействий.

ГОСТ Р 58137-2018 является основополагающим документом для оценки риска опасных событий в течение жизненного цикла автомобильных дорог.

ГОСТ Р 58137-2018 устанавливает общие принципы и процедуры идентификации опасностей, планирования, выполнения и документального обоснования оценки и управления риском опасных событий в течение жизненного цикла автомобильных дорог общего пользования в обеспечение требований ТР ТС 014/2011, а также других технических регламентов в части автомобильных дорог, не относящихся к автомобильным дорогам общего пользования, и улиц населенных пунктов.

Стандарт также может быть использован:

1. В качестве методической основы принятия решений по установлению допустимого риска опасных событий при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог техническими заказчиками, застройщиками, разработчиками документов в области стандартизации, проектными организациями, дорожно-строительными компаниями, производителями дорожно-строительных материалов и изделий;

2. Для оценки риска опасных событий при применении:

- инновационных технических и технологических решений, методов геометрического проектирования элементов участков автомобильных дорог и искусственных сооружений;
- нетиповых строительных конструкций, проектирование которых выходит за рамки области применения действующих стандартов и правил;
- технических и технологических решений, требования к которым установлены в предварительных национальных стандартах, стандартах организации, отраслевых документах, утвержденных федеральными органами исполнительной власти Российской Федерации.

Оценка риска является услугой регистрации соответствия с учетом Соглашения Российской Федерации с ВТО о технических барьерах в торговле.

В настоящей статье рассматривается пример использования процедуры оценки риска в соответствии с методами расчета 50-ти процентного риска по В.В. Столярову [6], изложенными в ГОСТ Р 58137-2018.

Постановка задачи

Параметры закругления (радиус кривой), коэффициент сцепления, и продольный уклон оказывают влияние на вероятность потери устойчивости автомобиля на радиусе закругления проезжей части, связанной с заносом или опрокидыванием автомобиля. Данная процедура призвана определить и уменьшить до допустимого риска вероятность возникновения ДТП по причине несовершенства дорожных условий (параметров закругления).

Рассматривается типовой пример съезда с АЗС в районе д. Талашманово Володарского района Нижегородской области на автомагистрали «Москва-Нижний Новгород».

Исходными данными расчета риска причинения вреда жизни и здоровью, а также имущества неопределенного круга лиц, пользователей автомобильной дороги) являются:

- проектная величина радиуса ($R_{пр}$) закругления дополнительного примыкания (25 м);
- расчетная скорость движения автомобиля (V_p): 120, 90, 80 на участке автомобильной дороги;

- величина максимального продольного уклона (i_m) на закруглении проезжей части дороги – горизонтальный участок, уклон нулевой;
- тип и состояние покрытия, принимается сухое чистое;
- уклон виража (i_B) = 0.

Решение

В процессе исследования устанавливают:

- критическую величину радиуса кривой в плане, соответствующую 50-ти процентному риску потери устойчивости автомобиля:

$$R_{KP} = \frac{V_p^2}{127 \cdot \left(\sqrt{\varphi_1^2 - \mu_x^2} + i_B \right)}, \quad (1)$$

где: V_p – расчетная скорость движения автомобиля, км/ч;

φ_1 и μ_x – продольная составляющая коэффициента сцепления и коэффициента тяговой силы (см. выше);

$\sqrt{\varphi_1^2 - \mu_x^2}$ – поперечная составляющая коэффициента сцепления, при которой происходит занос или опрокидывание автомобиля;

i_B – уклон виража, тысячные.

- допуск на среднеквадратическое отклонение радиуса кривой в плане:

$$\sigma_R^{don} = 2,45 \cdot \Delta_{don} \cdot \left(\frac{R_{ПП}}{d} \right)^2, \quad (2)$$

где: Δ_{don} – допуск в пределах кривой в плане на радиальное отклонение оси покрытия относительно проектного положения оси, м. Значение этого параметра: $\Delta_{don} = 0,050$ м;

$R_{ПП}$ проектное значение радиуса кривой в плане, м;

d параметр, представляющий собой расстояние между поперечниками (м).

- среднее квадратическое отклонение критического радиуса кривой в плане:

$$\sigma_{R_{KP}} = \frac{V}{127(\varphi_1^2 - \mu_x^2)} \sqrt{4(\varphi_1^2 - \mu_x^2) \sigma_V^2 + \frac{V^2}{\varphi_1^2 - \mu_x^2} (\varphi_1^2 \cdot \sigma_\varphi^2 + \mu_x^2 \cdot \sigma_{\mu_x}^2)} \quad (3)$$

Риск потери устойчивости автомобиля, движущегося со скоростью V_p по кривой в плане радиусом $R_{пр}$, устанавливают по формуле профессора В.В. Столярова:

$$r_{д.у.} = 0,5 - \Phi \left(\frac{R_{ПП} - R_{KP}}{\sqrt{(\sigma_{R_{ПП}}^{don})^2 + \sigma_{R_{KP}}^2}} \right), \quad (4)$$

где: $r_{д.у.}$ – опасность заноса (опрокидывания) автомобиля на кривой в плане радиусом $R_{пр}$ при скорости движения V_p ;

$R_{пр}$ и $\sigma_{R_{пр}}^{доп}$ – проектный радиус кривой в плане и допуск на его среднеквадратическое отклонение, м;

$R_{кр}$ и $\sigma_{R_{кр}}$ – критическая величина радиуса при скорости движения V_p , и среднеквадратическое отклонение радиуса, на которых риск потери устойчивости автомобиля стремится к 50 %, м.

Расчеты представлены в табличной форме риска потери устойчивости автомобиля на радиусе закругления дополнительного примыкания к исследуемому участку.

Таблица 1

Значение риска потери устойчивости автомобиля на радиусе закругления дополнительного примыкания $R_{пр} = 25$ м к участку истца при различных скоростях (риск причинения вреда жизни и здоровью, а также имущества неопределенного круга лиц, пользователей автомобильной дороги)

Скорость, км/ч	Риск причинения вреда жизни и здоровью, а также имущества неопределенного круга лиц, пользователей автомобильной дороги	Физический смысл риска
20	0,0	Дорожно-транспортное происшествие не произойдет
25	0,0	Дорожно-транспортное происшествие не произойдет
30	0,0	Дорожно-транспортное происшествие не произойдет
35	0,00004	4 из 100 000 автомобилей попадут в ДТП
35,5	0,0001	1 из 10 000 автомобилей попадут в ДТП
40	0,024	24 из 1 000 автомобилей попадут в ДТП

Разработанная методика включает этап расчета и решения обратной задачи оценки риска на участке экспертизы на скорости движения до 45 км/ч (рисунок 1).

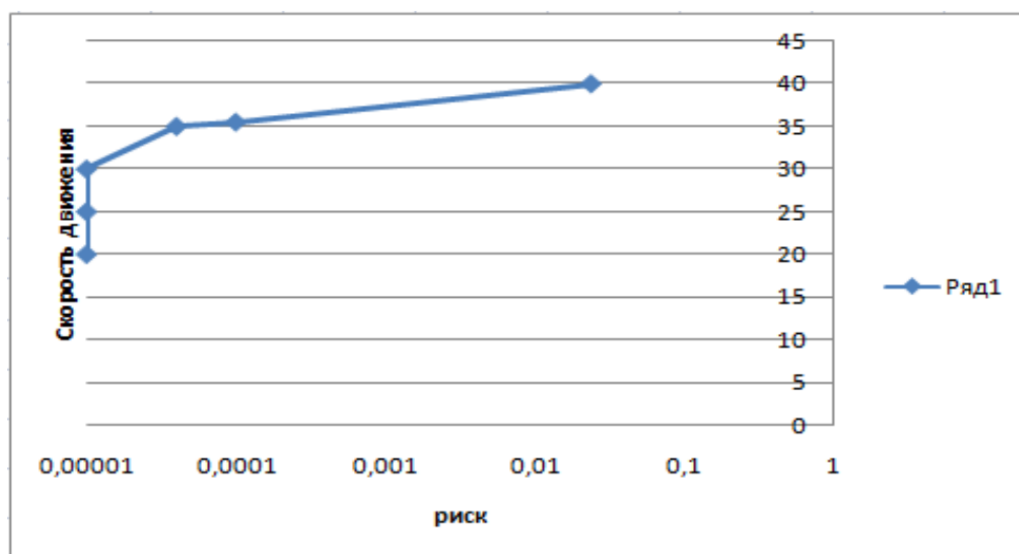


Рисунок 1. Оценка риска на участке экспертизы на скорости движения до 45 км/ч

Обсуждение результатов

Согласно технико-экономическому обоснованию и практике расчетов рисков допустимым риском при проектировании геометрических элементов автомобильных дорог является 0,0001 (1 из 10 000 автомобилей попадут в ДТП). На исследуемом дополнительного примыкания $R_{пр} = 25$ м допустимый риск обеспечивается при скорости движения около 35 км/ч (см. таблицу 1).

Оценка качества и достоверности результатов исследований: примененные методы позволяют сделать вывод о достоверности результатов исследований.

Съезжать и выезжать (вливаться в транспортный поток автомобилей, который движется с ускорением по полосе разгона для выравнивая скорости с основным транспортным потоком до 120 км/ч (расчетная скорость для категории ИБ), движущимся по М-7 «Волга») по данному радиусу водители могут только со скоростью не выше 35 км/ч.

35 км/ч намного меньше 120 км/ч. Описанный выше процесс влечет за собой повышение аварийности на участке автомобильной дороги м-7 «Волга» в месте размещения земельного участка с кадастровым номером 52:22:0900003:0081.

Рекомендации

ГОСТ Р 58137-2018 Дороги автомобильные общего пользования. Руководство по оценке риска в течение жизненного цикла предлагается использовать для создания отраслевого Реестра инноваций и технологических решений повторного применения, согласованном с Автоматизированным банком дорожных данных АБДД «ДОРОГА» ФАУ «РОСДОРНИИ».

Формирование вышеуказанного реестра предлагается производить с учетом его наполнения наилучшими доступными и апробированными инновационными технологиями, и технологическими решениями в сфере дорожного хозяйства, прошедших процедуру оценки анализа рисков, в целях обеспечения и упрощения их дальнейшего применения при проектировании и строительстве автомобильных дорог в массовом режиме [7-11].

Данный подход позволит сформировать комплексный жизненный цикл внедрения инноваций, предусматривающий в том числе:

- оценку инновационных технологий и материалов с использованием процедуры анализа рисков;
- включение инновационных технологий и материалов в отраслевой реестр инноваций и технологических решений повторного применения;
- подготовку необходимых сметных норм на инновационные технологии и материалы;
- включение инноваций в проектно-сметную документацию;
- мониторинг и оценка эффективности применения инновационных технологий и материалов;
- регулярную актуализацию отраслевого реестра инноваций и технологических решений повторного применения с учетом результатов мониторинга их внедрения.

Использование данного механизма позволит существенно оптимизировать применение новых технологий, техники, конструкций и материалов на всех этапах проектирования и строительства автомобильных дорог.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нормативное и технологическое развитие инновационной деятельности дорожного хозяйства / Аржанухина С.П., Кочетков А.В., Козин А.С., Стрижевский Д.А. // Интернет-журнал Науковедение. 2012. № 4 (13). С. 69.
2. Совершенствование структуры отраслевой диагностики федеральных автомобильных дорог / Аржанухина С.П., Кочетков А.В., Козин А.С., Стрижевский Д.А. // Интернет-журнал Науковедение. 2012. № 4 (13). С. 70.
3. Перспективы развития инновационной деятельности в дорожном хозяйстве / Кочетков А.В., Янковский Л.В. // Инновационный транспорт. 2014. № 1 (11). С. 42-45.
4. Организационно-экономический механизм инновационной деятельности дорожного хозяйства / Аржанухина С.П., Сухов А.А., Кочетков А.В., Янковский Л.В. // Инновационный Вестник Регион. 2012. № 4. С. 40-45.
5. Проектирование структуры информационного обеспечения системы менеджмента качества дорожного хозяйства / Кочетков А.В., Гладков В.Ю., Немчинов Д.М. // Интернет-журнал Науковедение. 2013. № 3 (16). С. 72.
6. Столяров В.В. Проектирование автомобильных дорог с учетом теории риска / В.В. Столяров; Саратов. гос. техн. ун-т. – Саратов: СГТУ, 1994. Ч. 1. – 1994. – 184 с.
7. Оценка технических рисков в техническом регулировании дорожного хозяйства / Ю.Э. Васильев, Ш.Н. Валиев, С.В. Ильин, Ю.А. Рюмин, В.В. Талалай, Н.В. Щеголева. Под редакцией А.В. Кочеткова и Н.Е. Кокодеевой. – М.: Изд-во МАДИ, 2017. – 265 с.; ил.
8. Моделирование риска возникновения дорожно-транспортных происшествий с учетом вариативности макрошероховатости покрытий проезжей части на автомобильных дорогах и мостовых сооружениях / Валиев Ш.Н., Кокодеева Н.Е., Кочетков А.В., Янковский Л.В. // Строительные материалы. 2016. № 5. С. 22-26.
9. Основные направления совершенствования Технического регламента Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» / Ш.Н. Валиев, Н.Е. Кокодеева, С.В. Карпеев, А.В. Кочетков // Строительные материалы. 2016. № 3. – С. 56-60.
10. Методологические основы оценки технических рисков в менеджменте качества дорожного хозяйства / Шахов О.Ф., Валиев Ш.Н., Кочетков А.В., Карпеев С.В. // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». Том 7, № 6 (2015).
11. Кокодеева Н.Е. Методологические основы комплексной оценки надежности автомобильных дорог в системе технического регулирования дорожного хозяйства. Диссертация на соиск. уч. степ. докт. техн. наук по специальности 05.23.11. ФГБОУ ВПО «Петербургский государственный университет путей сообщения». 2012. – 350 с.

Kochetkov Andrey Viktorovich

Perm national research polytechnical university, Perm, Russia
E-mail: soni.81@mail.ru

Shchegoleva Natal'ya Vyacheslavovna

Saratov state technical university of Gagarin Yu.A., Saratov, Russia
E-mail: Shchegoleva123@mail.ru

Chizhikov Ilya Aleksandrovich

National research Moscow state construction university, Moscow, Russia
E-mail: ilya2@mail.ru

Kochetkov Vladimir Anatolyevich

Military and air academy of a name of professor N.E. Zhukovskogo and Yu.A. Gagarin, Voroneg, Russia
E-mail: igoshashkov@yandex.ru

Shashkov Igor Gennadiyevich

Military and air academy of a name of professor N.E. Zhukovskogo and Yu.A. Gagarin, Voroneg, Russia
E-mail: igoshashkov@yandex.ru

Method of the analysis and calculation of risk of loss of stability of the car on curve radius at design and operation of highways

Abstract. Probability-theoretic approach, in particular the theory of risk, allows to increase safety, comfort and convenience of the movement by change of geometrical and transport and operational indicators of highways.

Curve parameters (curve radius), coupling coefficient, and longitudinal bias have impact on probability of loss of stability of the car on the radius of a curve of the carriageway connected with drift or capsizing of the car. This procedure is urged to define and reduce to admissible risk probability of emergence of road accident because of imperfection of road conditions (curve parameters).

A standard example of congress from gas station near of Talashmanovo of the Volodarsky region of the Nizhny Novgorod Region on the highway «Moscow-Nizhny Novgorod» is reviewed. According to the feasibility study and practice of calculations of risks admissible risk at design of geometrical elements of highways is 0,0001 (1 of 10 000 cars will get into accident). On R_{pr} investigated an additional adjunction = 25 m the admissible risk is provided at a speed of movement about 35 km/h.

Keywords: technical regulation; risk degree assessment; harm degree assessment; theory of risk; action for operation; life cycle; quality management; standards; probability-theoretic approach; road economy