Интернет-журнал «Транспортные сооружения» <https://t-s.today>
Russian journal of transport engineering

2018, №3, Том 5 / 2018, No 3, Vol 5 <https://t-s.today/issue-3-2018.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/08SATS318.pdf>

DOI: 10.15862/08SATS318 (<http://dx.doi.org/10.15862/08SATS318>)

Статья поступила в редакцию 02.07.2018; опубликована 20.08.2018

Ссылка для цитирования этой статьи:

Кочетков А.В., Щеголева Н.В., Задворнов В.Ю., Кочетков В.А., Шашков И.Г. Анализ и оценка риска потери устойчивости автомобиля на радиусе закругления съезда для определения обеспеченной скорости движения // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2018 №3, <https://t-s.today/PDF/08SATS318.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/08SATS318

For citation:

Kochetkov A.V., Shchegoleva N.V., Zadvornov V.Yu., Kochetkov V.A., Shashkov I.G. (2018). Analysis and assessment of the risk of loss of stability of the car at the radius of the round-off of the Congress to determine the speed. *Russian journal of transport engineering*, [online] 3(5). Available at: <https://t-s.today/PDF/08SATS318.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/08SATS318

УДК 625.7/.8

Кочетков Андрей Викторович

ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия
Профессор, доктор технических наук
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

Задворнов Виталий Юрьевич

ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия
Аспирант
E-mail: zv.59@mail.ru

Кочетков Владимир Анатольевич

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

Шашков Игорь Геннадиевич

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

**Анализ и оценка риска потери устойчивости
автомобиля на радиусе закругления съезда для
определения обеспеченной скорости движения**

Аннотация. При применении инноваций или повторных эффективных технических решений дорожного хозяйства в проектной документации рекомендуется использование оценки риска причинения ущерба. Это дает возможность экспертным организациям обоснованно давать положительные заключения на проектную документацию. Разработана методика расчета риска причинения вреда при проектировании примыканий к автомобильной дороге с учетом основополагающих работ В.В. Стоярова.

Рассмотрен типовой пример исследования на основе оценки и расчета риска причинения вреда. Исследование проводится с учетом Федерального закона «О техническом регулировании» и статьи 15, п.6 Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» на основе оценки степени риска недостижения целей и требований этого Федерального закона. 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 дорожно-транспортных сооружений по причине несовершенства дорожных условий (параметров закругления).

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

Проектирование, строительство и реконструкция автомобильных дорог федерального значения финансируется с привлечением средств федерального бюджета.

В целях применения риск-ориентированного подхода при организации федерального государственного строительного надзора строящиеся, реконструируемые объекты капитального строительства подлежат отнесению к определенным категориям риска [1-9].

В соответствии с критерием тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения требований, установленных федеральными законами, при строительстве, реконструкции объектов капитального строительства такие объекты предлагается относить к категориям риска.

Каждое транспортное сооружение несет за собой риск либо не ощутимый (в начале жизненного цикла – строительстве), либо ведущий к дорожно-транспортным происшествиям при эксплуатации автомобильных дорог.

Проведенный анализ показал, что основные положения изученных документов технического регулирования отражают современный практический опыт, накопленный в области выбора и применения методов оценки риска.

Согласно решению Комиссии Таможенного союза от 07 апреля 2011 г. № 621 «О Положении о порядке применения типовых схем оценки (подтверждения) соответствия требованиям технических регламентов Таможенного союза» проверка соответствия процессов и объектов технического регулирования проводится в виде добровольной сертификации и декларации соответствия выбор форм и схем оценки соответствия с учетом суммарного риска

от недостоверной оценки соответствия и вреда от применения продукции, прошедшей оценку соответствия.

В отечественном техническом регулировании в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» произошел отход от технического нормирования по надежности, как усредненному параметру, удовлетворяющему интересам государства, к понятию риска, удовлетворяющий интересам конечного потребителя.

В единицы измерения требуемого уровня безопасности в Федеральном законе «О техническом регулировании» предусмотрен один универсальный показатель – допустимый риск причинения вреда.

Риск выявляется как опасность потенциального источника возникновения ущерба. Экономическая составляющая риска определяется долей экономической стоимости части объекта, на которое распространяется воздействие применения инновационного решения к общей стоимости объекта.

Риск необходимо рассматривать в неразрывном единстве с безопасностью объекта.

Минимально-необходимые требования по безопасности для автомобильных дорог общего пользования регламентируются Техническим регламентом Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» (ТР ТС 014/2011).

Вопросы проверки соответствия относятся к ГОСТ ТР ТС 014/2011, обеспечивающих доказательную базу ТР ТС, а также к непосредственному применению требований по безопасности, изложенном в содержании ТР ТС 014/2011.

Анализ правоприменения действующих схем проверки соответствия, применяемых в дорожном хозяйстве Российской Федерации, позволил признать наиболее целесообразным применение заказчиком в качестве базовой схемы проверки соответствия автомобильных дорог общего пользования в т. ч. и местного значения статью 4 Презумпция соответствия ТР ТС 014/2011 в части непосредственного использования требований по безопасности, изложенным в содержании технического регламента. Использование ГОСТ ТР ТС и других действующих нормативных документов в части процедур проверки соответствия следует применять при взаимодействии с подрядчиками в техническом задании контрактной документации.

Проведенный анализ показал хорошее взаимодействие международных соглашений Российской Федерации в области технического регулирования и проверки соответствия, сводящееся к применению оценки риска в процедурах одобрения и регистрации соответствия, и выдаче свидетельств регистрации соответствия и деклараций соответствия по схеме 1Д.

Системный анализ действующей нормативной базы дорожного строительства и подготовка предложений по ее развитию и гармонизации с требованиями ТР ТС 014/2011 покачал их единую методологическую базу, основанную на схемах проверки соответствия минимально необходимых требований по безопасности, основанных на применении доказательной базы в виде перечня стандартов или непосредственного применения требований по безопасности, изложенных в тексте технического регламента с учетом оценки риска.

В целом, требования отечественного законодательства сводятся к применению процедур аккредитации Федеральной службы по аккредитации с применением сертификатов и деклараций соответствия, требования международных соглашений подтвержденных статьей Конституции (Основного закона) Российской Федерации также сводятся к процедурам одобрения и регистрации как альтернативных форм проверки соответствия к аккредитации.

В качестве характеристики степени опасности реализации нежелательного события пользуются суммарным риском как комплексным показателем, который может возникнуть под совокупным влиянием всех влияющих доминирующих факторов опасностей одновременно.

Важным практическим результатом применения риска оказалось сокращение затрат (на один, иногда до тех порядков) по сравнению с процедурами проверки соответствия по надежности на получение и анализ требуемой информации для принятия решения о сравнении проектов конкретных объектов технического регулирования.

Ниже представлен перечень программ, наиболее полно охватывающих различные аспекты управления рисками в области дорожного хозяйства:

- Climate change adaptation strategy (United Kindom, 2008);
- Effects of climate change on traffic and transport (Netherlands, 2008);
- Potential impact of climate change on US-transportation (USA, 2008);
- Outil de Gestion des Risques liés aux Changements Climatiques pour les Infrastructures (GERICI, France, 2007);
- Sweden facing climate change – Threat and opportunities (Sweden, 2007);
- Impact of climate change on road infrastructure (Australia, 2004).

В World Road Association-PIARC есть специальный технический комитет Risk Management.

Известны труды эксперта мирового уровня по управлению рисками Кевина Найта. Разработанные им в 1995 г. австралийский и новозеландский стандарты легли в основу принятого в 2009 г. стандарта ISO 31000:2009 по риск-менеджменту (в Российской Федерации – ГОСТ Р 31000:2009 «Менеджмент риска»). Под его же руководством был разработан и принят стандарт ISO 31010:2009 по техникам оценки рисков.

Методически с точки зрения математической статистики и теории вероятностей под риском можно понимать площадь хвоста нормального распределения, находящуюся в границах между критическим значением и тремя сигмами [4-9].

Риск можно не только устранять, его можно компенсировать.

Методы управления рисками [8]:

- отказ от риска;
- устранение;
- компенсация;
- снижение;
- передача;
- принятие;
- информирование.

Например, по В.В. Столярову [10] проектирование, строительство и реконструкция автомобильных дорог федерального значения априори выполняется на требуемом качественном уровне с учетом допустимого риска $1 \cdot 10^{-4}$ (умеренный риск) причинения вреда жизни и имуществу участников движения [11].

Поэтому предлагается отнести автомобильные дороги общего пользования федерального значения к умеренному риску.

Для них вывести дифференцированный подход назначения числа проверок в зависимости от категории дороги и от климатической зоны. Число проверок ограничить не более четырех в год.

Необходимо отметить, что изначально автомобильная дорога общего пользования проектируется как безопасная с учетом допустимого риска.

Поэтому нет оснований приравнивать ее к газопроводам, нефтепроводам, силовым конструкциям набережных и других потенциально опасных объектов. Вопросы же эксплуатации (ремонта и содержания) не являются предметом проверки соответствия со стороны Министерства строительства и ЖКХ Российской Федерации.

Отдельно стоит отметить, что схемы проверки соответствия (по ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», по ГОСТ технического регламента Таможенного Союза «Безопасность автомобильных дорог», по Статье 4 Презумпция соответствия ТР ТС 014/2011, а также по оценке риска согласно Приложению 9 Договора Евразийского экономического союза) является правом выбора заказчика проектной документации – Федерального дорожного агентства или федерального органа управления автомобильными дорогами.

Далее рассмотрен пример расчета риска для эксплуатируемого участка федеральной автомобильной дороги.

Постановка задачи

В проектной документации «Строительство и реконструкция автомобильной дороги М-51 «Байкал» – от Челябинска через Курган, Омск, Новосибирск, Кемерово, Красноярск, Иркутск, Улан-Удэ до Читы на участке км 1392+000 – км 1422+000 Новосибирская область» на ПК 73+47,60 (том 3.3., ч.1. Разбивочный план транспортной развязки) рисунок 1 интенсивность принята с учетом придорожного комплекса «Белобородово».

Рисунок 1. Разбивочный план транспортной развязки (проектная документация. Том 3.3., ч.1)

При этом проектной документацией съезд к придорожному комплексу не предусмотрен.

Отсутствие доступа к придорожному комплексу, изначально заложенного в проектной документации, свидетельствует о неправильном определении интенсивности, т. к. население всей деревни не превышает 400 человек. На схеме заявлена интенсивность 1017 авт./сут.

С другой стороны, понимая распределение транспортных потоков (тяготение транспорта к придорожному комплексу), необходимо предусмотреть транспортную доступность к точке тяготения транспорта с учетом установленной в проектной документации интенсивности движения.

Правильность выбора схемы транспортной развязки с учетом придорожного комплекса «Белобородово» (в первую очередь как центра тяготения транспорта) подтверждается согласно ВСН 103-74 п.1.7.

В сложных узлах с большим количеством ответвлений в целях уменьшения площади, необходимой для размещения пересечения, элементы соединительных ответвлений следует проектировать исходя из минимальной расчетной скорости движения.

Предложенная схема транспортной развязки с переносом на 60 м, показанная на рисунке 2, подразумевает разделение правоповоротных и левоповоротных съездов как два независимых коридора движения в составе транспортной развязки.

Правоповоротные съезды в предложенной схеме перестали быть «в разных уровнях», в отличие проектной развязки «трубы» – правый поворот осуществляется в одной плоскости и его осуществляют с помощью переходно-скоростные полосы с вписыванием нормативных радиусов (радиус 30 м допустим по СП 34.13330.2012) при отсутствии необходимости организации левого поворота.

○ – малый радиус, при котором возникает риск потери устойчивости транспортного средства на радиусе закругления съезда С2 ПК73+47,60

Рисунок 2. План транспортной развязки

Учитывая требования закона № 184 ФЗ «О техническом регулировании», в котором необходимо оценивать безопасность продукции на основе оценок риска выполнен анализ оценки риска потери устойчивости транспортного средства на радиусе закругления съезда С2 ПК73+47,60 для определения обеспеченной скорости, при которой в дорожно-транспортное происшествие попадет 1 транспортное средство из 10 000, т. е. допустимый риск равен $1 \cdot 10^{-4}$.

Параметры закругления: радиус кривой, коэффициент сцепления и продольный уклон оказывают влияние на вероятность потери устойчивости транспортного средства на радиусе закругления проезжей части улиц и дорог, связанной с опрокидыванием или заносом транспортного средства.

Исходные данные:

- проектный радиус ($R_{пр}$) закругления проезжей части дорог и улиц 30 м (вариант ООО «Инженерно-проектный центр»);
- расчетная скорость движения транспортного средства (V_p): 40 км/ч на правоповоротном съезде;
- тип и состояние покрытия, принято: сухое чистое.

Расчет обеспеченной скорости с учетом риска

В процессе исследования и расчета риска определяют:

- Критическую величину радиуса кривой в плане, соответствующую 50%-ному риску потери устойчивости транспортного средства:

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

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

φ_1 и μ_x – продольные коэффициенты сцепления и тяговой силы;

$\sqrt{\varphi_1^2 - \mu_x^2}$ – поперечный коэффициент сцепления, при котором происходит опрокидывание или занос транспортного средства;

i_B – уклон виража, тысячные.

- Допуск на среднее квадратическое отклонение радиуса кривой в плане

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

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

$R_{\text{ПП}}$ – 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 транспортного средства, движущегося со скоростью V_p по кривой в плане с радиусом $R_{пр}$, устанавливают по методу В.В. Столярова [10]:

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

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

$R_{пр}$ и $\sigma_{R_{ПП}}^{дон}$ – проектный радиус кривой в плане и допуск на его среднее квадратическое отклонение, м;

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

Обеспеченная скорость, полученная в результате расчета риска потери устойчивости транспортного средства на радиусе закругления съезда С2 транспортной развязки ПК73+47,60, представлена в таблице.

Таблица

Обеспеченная скорость движения транспортного средства

Радиус кривой, м	30
Обеспеченная скорость, км/ч	20,0

Выводы

Согласно ВСН 103-74 п.1.7 «В сложных узлах с большим количеством ответвлений в целях уменьшения площади, необходимой для размещения пересечения, элементы соединительных ответвлений следует проектировать исходя из минимальной расчетной скорости движения. При этом в зависимости от категорий пересекающихся дорог расчетную скорость принимают равной для пересечений в одном уровне от 15 км/ч и для пересечений в разных уровнях от 40 км/ч с доведением до расчетных скоростей на полосах движения основных потоков пересекающихся дорог».

Учитывая требования закона №184 ФЗ «О техническом регулировании», в котором требуется оценивать безопасность продукции на основе оценок риска, расчетами определено, что радиус 30 м выдерживает данные требования.

Из анализа риска видно, что при движении по правоповоротному съезду с радиусом равным 30 м водители должны двигаться со скоростью 20 км/ч.

По ВСН 103-74 п.1.7 допускается скорость от 15 км/ч.

Следовательно, возможно обеспечить транспортную доступность к комплексу придорожного сервиса «Белобородово» путем внесения изменений в проектную документацию в виде переноса путепроводной части развязки на 60 м в сторону г. Новосибирска.

Результаты проведенного анализа риска эксплуатируемого дорожного объекта могут быть включены в состав Отраслевого банка оценки и расчета риска для эксплуатируемых дорожных объектов.

Методическое обеспечение настоящей статьи соответствует разработанному при участии ее авторов ГОСТ Р 58137-2018 Дороги автомобильные общего пользования. Руководство по оценке риска в течение жизненного цикла.

Данная методика полностью основана на использовании в качестве измерителя дисперсии и коэффициента вариации показателя дорожной деятельности как показателей однородностей и степени риска.

Применение данной методики в целом соответствует результатам последних научных исследований в области экономики, удостоенных Нобелевской премии за то, что было доказана принципиальная невозможность прогнозирования курса валюты по его показателю, при этом новым научным результатом стало обоснование в качестве прогнозируемого измерителя, содержательного и информативного величины разброса курса доллара (дисперсии или коэффициента вариации).

Иностранная литература по теме настоящей статьи представлена в источниках [12-19].

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. 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.
7. 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.

8. 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.
9. 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).
10. 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.
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.
12. Wang, C., Quddus, M.A. and Ison, S.G., 2009. The effects of area-wide road speed and curvature on traffic casualties in England. *Journal of Transport Geography*, 17(5), pp. 385-395. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2008.06.003.
13. Wang, C., Quddus, M.A. and Ison, S.G., 2009. Impact of traffic congestion on road accidents: a spatial analysis of the M25 motorway in England. *Accident Analysis & Prevention*, 41(4), pp. 798-808. DOI: 10.1016/j.aap.2009.04.002.
14. Quddus, M.A., Wang, C. and Ison, S.G., 2010. Road traffic congestion and crash severity: econometric analysis using ordered response models. *ASCE Journal of Transportation Engineering*, 136(5), pp. 424-435. DOI: 10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000044.
15. Xie, Y., Lord, D. and Zhang, Y., 2007. Predicting motor vehicle collisions using Bayesian neural network models: an empirical analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 39(5), pp. 922-933.
16. Yamamoto, T., Hashiji, J. and Shankar, V.N., 2008. Underreporting in traffic accident data, bias in parameters and the structure of injury severity models. *Accident Analysis & Prevention*, 40(4), pp. 1320-1329.
17. Zajac, S.S. and Ivan, J.N., 2003. Factors influencing injury severity of motor vehicle-crossing pedestrian crashes in rural Connecticut. *Accident Analysis & Prevention*, 35(3), pp. 369-379.
18. Zeeger, C.V., Stewart, R., Reinfurt, D., Council, F., Neuman, T., Hamilton, E., Miller, T. and Hunter, W., 1990. Cost-effective geometric improvements for safety upgrading of horizontal curves. Chapel Hill: University of North Carolina.
19. Zhou, M. and Sisiopiku, V., 1997. Relationship between volume-to-capacity ratios and accident rates. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1581(-1), pp. 47-52.

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

Zadvornov Vitaliy Yurievich

Perm national research polytechnical university, Perm, Russia
E-mail: zv.59@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

Analysis and assessment of the risk of loss of stability of the car at the radius of the round-off of the Congress to determine the speed

Abstract. When applying innovations or repeated effective technical solutions of the road sector, it is recommended to use the risk of damage assessment in the project documentation. This gives an opportunity for expert organizations reasonably give a positive conclusion on the project documentation. The method of calculating the risk of harm in the design of the junction to the road, taking into account the basic works of V.V. Stolyarov.

A typical example of the study based on the assessment and calculation of the risk of harm is considered. The study is carried out taking into account the Federal law "on technical regulation" and article 15, paragraph 6 of the Federal law "Technical regulations on the safety of buildings and structures" based on the assessment of the risk of failure to achieve the goals and requirements of the Federal law. The probability-theoretical approach, in particular the risk theory, allows to increase safety, comfort and convenience of movement by changing the geometric and transport and operational indicators of roads.

The parameters of the curve (radius of curve), the coefficient of adhesion, and the longitudinal slope affect the probability of the car's stability loss on the radius of the carriageway rounding associated with the car skidding or tilting. This procedure is designed to determine and reduce to the acceptable risk the probability of occurrence of road transport facilities due to imperfections of road conditions (rounding parameters).

Technical regulation, risk assessment, damage assessment, risk theory, operations, life cycle, quality management, standards, probability approach, road management.

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

REFERENCES

1. Arzhanukhina S.P., Kochetkov A.V., Kozin A.S., Strizhevskii D.A. (2012). Normative and technological development of road sector innovation activity. *Naukovedenie*, 4(13), p. 69. (in Russian).
2. Arzhanukhina S.P., Kochetkov A.V., Kozin A.S., Strizhevskii D.A. (2012). Improvement of the structure of industry diagnostics of federal highways. *Naukovedenie*, 4(13), p. 70. (in Russian).
3. Kochetkov A.V., Iankovskii L.V. (2014). Prospects for the development of innovative activities in the road economy. *Innovative transport*, 1(11), pp. 42-45. (in Russian).
4. Arzhanukhina S.P., Sukhov A.A., Kochetkov A.V., Iankovskii L.V. (2012). Organizational and economic mechanism of innovative activity of road facilities. *Innovative Herald Region*, 4, pp. 40-45. (in Russian).
5. Kochetkov A.V., Gladkov V.Iu., Nemchinov D.M. (2013). Designing the structure of information support for the quality management system of road facilities. *Naukovedenie*, 3(16), p. 72. (in Russian).
6. Vasilev Iu.E., Valiev Sh.N., Ilin S.V., Riumin Iu.A., Talalai V.V., Shchegoleva N.V. (2017). Otsenka tekhnicheskikh riskov v tekhnicheskoy regulirovani dorozhnogo khoziaistva. Ed. by A.V. Kochetkov, N.E. Kokodeeva. [Assessment of technical risks in the technical regulation of road facilities.] Moscow: Publishing house MADI, p. 265.
7. Valiev Sh.N., Kokodeeva N.E., Kochetkov A.V., Iankovskii L.V. (2016). Modeling the risk of road accidents taking into account the variability of the roughness of roadway coverings on highways and bridge structures. *Building materials*, 5, pp. 22-26. (in Russian).
8. Valiev Sh.N., Kokodeeva N.E., Karpeev S.V., Kochetkov A.V. The main directions of improving the Technical Regulations of the Customs Union "Road Safety". *Building materials*, 3, pp. 56-60. (in Russian).
9. Shakhov O.F., Valiev Sh.N., Kochetkov A.V., Karpeev S.V. (2015). Methodological basis for assessing technical risks in road quality management. *Naukovedenie*, 6(7). (in Russian).
10. Stoliarov V.V. (1994). Proektirovanie avtomobilnykh dorog s uchetom teorii riska. Chast 1. [Design of highways taking into account the risk theory. Part 1.] Saratov: Saratov state technical university, p. 184.
11. Kokodeeva N.E. (2012). Metodologicheskie osnovy kompleksnoi otsenki nadezhnosti avtomobilnykh dorog v sisteme tekhnicheskogo regulirovaniia dorozhnogo khoziaistva. [Methodological basis for the integrated assessment of the reliability of highways in the system of technical regulation of road facilities.] Saint Petersburg: Petersburg State Transport University, p. 350.
12. Wang C., Quddus M.A., Ison, S.G. (2009). The effects of area-wide road speed and curvature on traffic casualties in England. *Journal of Transport Geography*, 17(5), pp. 385-395. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2008.06.003.
13. Wang C., Quddus M.A., Ison, S.G. (2009). Impact of traffic congestion on road accidents: a spatial analysis of the M25 motorway in England. *Accident Analysis & Prevention*, 41(4), pp. 798-808. DOI: 10.1016/j.aap.2009.04.002.

14. Quddus M.A., Wang C., Ison, S.G. (2010). Road traffic congestion and crash severity: econometric analysis using ordered response models. *ASCE Journal of Transportation Engineering*, 136(5), pp. 424-435. DOI: 10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000044.
15. Xie Y., Lord D., Zhang Y. (2007). Predicting motor vehicle collisions using Bayesian neural network models: an empirical analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 39(5), pp. 922-933.
16. Yamamoto T., Hashiji J., Shankar V.N. (2008). Underreporting in traffic accident data, bias in parameters and the structure of injury severity models. *Accident Analysis & Prevention*, 40(4), pp. 1320-1329.
17. Zajac S.S., Ivan J.N. (2003). Factors influencing injury severity of motor vehicle-crossing pedestrian crashes in rural Connecticut. *Accident Analysis & Prevention*, 35(3), pp. 369-379.
18. Zeeger C.V., Stewart R., Reinfurt D., Council F., Neuman T., Hamilton E., Miller T., Hunter, W. (1990). *Cost-effective geometric improvements for safety upgrading of horizontal curves*. Chapel Hill: University of North Carolina.
19. Zhou M., Sisiopiku V. (1997). Relationship between volume-to-capacity ratios and accident rates. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1581(-1), pp. 47-52.