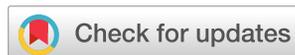


Научная статья
УДК 656.08
DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-1-92-101>
EDN: HFGKBJ



ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ АВАРИЙНО-ОПАСНЫХ УЧАСТКОВ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ

Е. В. Печатнова^{1*}, К. С. Нечаев²

¹Барнаульский юридический институт МВД РФ
г. Барнаул, Россия

²Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
г. Барнаул, Россия

phukcia@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9182-2365>
t1001t@mail.ru, <http://orcid.org/0000-002-2094-7723>

*ответственный автор

АННОТАЦИЯ

Введение. Безопасность дорожного движения является одним из целевых государственных ориентиров. Одним из индикаторов состояния дорожно-транспортной аварийности в государственных программах является число аварийно-опасных участков. Снижение их числа приведет к значительному подъему уровня безопасности в связи с тем, что на этих участках концентрируется большое число ДТП, погибших и раненых. Поэтому задача по определению факторов формирования аварийно-опасных участков является актуальной.

Материалы и методы. Исследование основано на данных о ДТП, которые были зафиксированы на федеральных автомобильных дорогах Алтайского края в период с 2018 по 2021 г. Порядок выполнения работы включал три этапа. На первом определены аварийно-опасные участки на основе данных за 2021 год. На втором этапе определялись особенности аварийности на этих участках в предыдущие годы. На третьем определялись основные факторы формирования каждого из выделенных участков с помощью анализа схем расстановки средств организации дорожного движения и архивного видеоматериала по дорогам (съёмки дорог).

Выводы. Комплексный анализ аварийно-опасных участков федеральных дорог Алтайского края позволил выделить ряд типичных условий, которые способствуют формированию повышенной аварийности. Среди них: значительное изменение скоростного режима, близость к городу, наличие большого числа конфликтных точек, проведение дорожных работ.

Рамки исследования/возможность последующего использования результатов научной работы. Результаты работы могут быть использованы в работах по комплексному изучению факторов возникновения аварийно-опасных участков на автомобильных дорогах федерального значения, моделированию различных дорожных условий и условий внешней среды на степень аварийность участка дороги.

Практическое значение. Новые знания об основных факторах и условиях формирования аварийно-опасного участка позволят ответственным службам снижать степень опасности аналогичных участков за счет предупреждения одновременного действия всех выделенных условий.

Оригинальность. В исследовании впервые определены и обоснованы конкретные условия, которые в своей совокупности способствуют формированию аварийно-опасного участка на федеральных автомобильных дорогах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: безопасность дорожного движения (БДД), дорожно-транспортные происшествия (ДТП), аварийно-опасный участок, условия формирования аварийности, федеральные дороги

БЛАГОДАРНОСТИ: авторы выражают благодарность редакции журнала «Вестник СибАДИ» и рецензентам статьи.

Статья поступила в редакцию 29.11.2022; одобрена после рецензирования 10.01.2023; принята к публикации 20.02.2023.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

© Печатнова Е. В., Нечаев К. С., 2023



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования: Печатнова Е. В., Нечаев К. С. Факторы формирования аварийно-опасных участков на автомобильных дорогах федерального значения // Вестник СибАДИ. 2023. Т. 20, № 1 (89). С. 92-101. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-1-92-101>

Original article

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-1-92-101>

EDN: HFGKBJ

FACTORS FOR TRAFFIC ACCIDENT-PRONE SECTION FORMATION ON FEDERAL ROADS

Elena V. Pechatnova^{1*}, Konstantin S. Nechaev²

¹Barnaul Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia Federation
Barnaul, Russia

²Polzunov Altai State Technical University
Barnaul, Russia

<http://orcid.org/0000-0001-9182-2365>, phukcia@yandex.ru

<http://orcid.org/0000-002-2094-7723>, t1001t@mail.ru

*corresponding author

ABSTRACT

Introduction. Road safety is one of the state targets. One of the indicators of the state of road traffic accidents in state programs is the number of traffic accident-prone section. Reducing their number will lead to a significant increase in the level of security. This is due to the fact that a large number of accidents, deaths and injuries are concentrated in these sections. Therefore, the task of determining the factors of the formation of traffic accident-prone section is relevant.

Materials and methods. The study is based on data on accidents that occurred on the federal motorways of the Altai Territory in the period from 2018 to 2021. The procedure for performing the work included three stages. At the first stage, traffic accident-prone section was identified based on the data for 2021. At the second stage, the features of accidents in these sections in previous years were determined. At the third stage, the main factors of accident formation were determined by analyzing the layout of traffic management tools, video material on roads (road shooting).

Results. A comprehensive analysis of traffic accident-prone section of federal roads in the Altai Territory allowed to identify a number of typical conditions that contribute to the formation of increased accident risk. Among them: a significant change in the speed limit, proximity to the city, the presence of a large number of conflict points, road works.

The scope of the study / the possibility of subsequent use of the results of scientific work. The results of the work can be used in the work on the comprehensive study of the factors of occurrence of traffic accident-prone section on federal motorways, modelling various road conditions and environmental conditions on the degree of accident of a road section.

Practical importance. Knowledge about the main factors and conditions of the formation of traffic accident-prone section will allow responsible services to reduce the degree of danger of similar sections by preventing the simultaneous action of all selected conditions.

Originality. For the first time, the study identifies and substantiates specific conditions that collectively contribute to the formation of traffic accident-prone section on federal roads.

KEYWORDS: road safety (RTS), road traffic accidents (RTA), traffic accident-prone section, conditions for the accidents formation, federal roads

ACKNOWLEDGMENTS. The authors express their gratitude to the Russian Automobile and Highway Industry Journal editorial staff and the reviewers of the article.

© Pechatnova E. V., Nechaev K. S., 2023



Content is available under the license
Creative Commons Attribution 4.0 License.

The article was submitted 29.11.2022; approved after reviewing 10.01.2023; accepted for publication 20.02.2023.

The authors have read and approved the final manuscript.

Financial transparency: the authors have no financial interest in the presented materials or methods. There is no conflict of interest.

For citation. Pechatnova Elena V., Nechaev Konstantin S. Factors for traffic accident-prone section on federal roads formation. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2023; 20 (1): 92-101. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-1-92-101>

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение безопасности дорожного движения представляет собой одно из условий эффективного функционирования и развития транспортных систем городов, регионов и страны. Высокая аварийность на дорогах представляет собой самостоятельную социально-экономическую и демографическую проблему [1, 2, 3, 4]. Согласно статистической информации ежедневно на дорогах России погибает около 50 чел, что равносильно ежедневной авиакатастрофе; аналогичные показатели в зарубежных странах отличаются более низкими значениями [5]. Высокое число ДТП и погибших в них ставит перед государством и обществом России новую важную цель по повышению уровня безопасности на дорогах [6]. Эти задачи являются частью государственной политики и реализуются как на общероссийском уровне, так и на региональном, местном, в том числе городском [7].

Одним из основных индикаторов многих государственных проектов, программ и планов мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения в России и в других странах является снижение числа аварийно-опасных участков дороги. Особое внимание к таким участкам вызвано тем, что при их малой относительной протяженности на них концентрируется большое число ДТП, количество погибших и раненых [8]. Показатели аварийности в таких местах зачастую вносят большой вклад в снижение общего уровня безопасности дорожного движения на улично-дорожной сети города, региона, а направленные действия на предупреждение ДТП на этих отрезках дороги являются эффективным и экономичным способом снижения аварийности [9]. Определение причин, факторов и закономерностей, обуславливающих возникновение ДТП на этих участках, позволит сформировать необходимый комплекс мероприятий по предупреждению ДТП, тем самым значительно повышая

общий уровень безопасности дорожного движения [10].

Анализ показателей аварийности в опасных участках, разработка мер по снижению числа ДТП, согласование и мониторинг реализации мероприятий являются основными этапами повышения безопасности дорожного движения во многих странах [11], а основой управления является методология BlackSpotManagement [12, 13, 14]. Однако, не смотря на единство подхода, различаются не только способы снижения аварийности на опасных участках, правила выбора мероприятий, но и само понятие «аварийно-опасный участок». Так в ряде стран используются числовые критерии. Например, в Венгрии к таким участкам за пределами населенных пунктов относятся «участки дорог длиной не более 100 м, на которых количество аварий за последние три года составляет не менее 3» [15]. Схожий критерий используется в России: к аварийно-опасному участку вне населенных пунктов относится «отрезок дороги, не превышающий 1000 м, либо пересечение дорог, где в течение отчетного года произошло три и более дорожно-транспортных происшествия одного вида или пять и более дорожно-транспортных происшествий независимо от их вида, в результате которых погибли или были ранены люди»¹. В ряде других стран используется относительный критерий: в Швейцарии это участки дорожной сети (или перекрестки), где количество аварий «намного превышает» количество аварий на сопоставимых участках [15].

В связи с широкой распространенностью методологии BlackSpotManagement в отношении обеспечения безопасности движения, многие ученые проводят исследования в данной области, которые можно разделить на две группы. Первая группа – это работы, связанные с прямым методом идентификации аварийно-опасных участков, т.е. основанных на статистическом анализе накопленных данных

¹ Федеральный закон «О безопасности дорожного движения» от 10.12.1995 N 196-ФЗ. [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8585/ (дата обращения: 01.02.2022).

о ДТП. Среди них наиболее распространены работы на основе применения геоинформационных систем [16, 17, 18, 19, 20, 21], также применяются методы динамического моделирования на основе вейвлет-анализа [22], на основе байесовского метода [23].

Ко второй группе относятся разработки в области определения потенциальных аварийно-опасных участков, т.е. анализ факторов, приводящих к увеличению числа аварий. Среди них развиваются методы оценки конфликтных точек, коэффициентов безопасности [9]. Также многие ученые в настоящее время сосредотачиваются на исследовании «бесповеденческих» факторах возникновения ДТП, то есть на анализе таких элементов как время суток, погодные условия, геометрические характеристики дороги и другие [24]. Выявление факторов и закономерностей формирования аварийно-опасных участков представлено в отдельных работах, например, в работе [25] приведен анализ дорожных параметров отрезка National Highway-44 (Индия), на основе которых авторы определили потенциально опасные участки дороги и предложили меры по снижению аварийности. Цикл исследований [26, 27] посвящен анализу влияния геометрических характеристик участка на потенциально высокую аварийность на основе метода относительных частот. Влияние ряда факторов (время суток, особенности расположения участка дороги и другие) на возникновение аварийно-опасных участков были проанализированы в работе [28]. Опасная придорожная среда, метеорологические условия как факторы возникновения аварийно-опасных участков исследованы в работе [29]. Также можно отметить цикл работ исследователей СПбГАСУ, посвященных исследованию аварийно-опасных участков дороги, в которых приведены результаты системного подхода и оценки мест концентрации ДТП с учетом натуральных исследований [30, 31].

Цель работы – определение факторов формирования аварийно-опасных участков на дорожной сети, что является не только практико-ориентированным вектором научных исследований, но и необходимым направлением для совершенствования методологии обеспечения безопасности дорожного движения. В связи со значительной разницей в процессах

формирования аварийности на различных типах дорог для исследования выбраны федеральные автомобильные дороги, поскольку в настоящее время работы по определению факторов формирования аварийно-опасных участков на них немногочисленны.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основой исследования являются данные о ДТП, зафиксированных на федеральных автомобильных дорогах Алтайского края в период с 2018 по 2021 г. Изучались как аварии с пострадавшими, так и без них – только с материальным ущербом. Сведения об аварии включали в себя дату, время, место и тип происшествия, количество погибших и пострадавших. Основным методом исследования является анализ статистической информации.

Сеть федеральных дорог Алтайского края представляет собой три основных направления, связывающих между собой не только регионы России, но и являющихся основными транспортными путями в Республику Казахстан, а также в Монголию. Она представлена следующими дорогами (рисунок 1): А-321 Барнаул – Павловск – Кулунда – граница с Республикой Казахстан (по направлению к Павлодару, Астане), А-322 Барнаул – Рубцовск – граница с Республикой Казахстан (по направлению к Семей, Алматы), Р-256 «Чуйский тракт» (северное направление к Новосибирску, южное к Горно-Алтайску и Монголии, Улгий – Азиатская магистраль АН-4).

Последовательность выполнения исследования следующая. На первом этапе выделены аварийно-опасные участки дороги, соответствующие критериям, установленным к ним в России: проанализированы данные о ДТП с пострадавшими или погибшими, зафиксированные на выбранных дорогах в 2021 г. На втором этапе проведен анализ аварийности на этих участках в 2018–2020 гг., в том числе учитывались аварии без пострадавших. На третьем этапе определены причины и факторы, способствующие формированию аварийно-опасного участка на основе исследования анализа схем расстановки средств организации дорожного движения за каждый год, архивных видеоматериалов (съемка дорог за 2018–2021 гг.), дорожных условий участка, и внешних факторов возникновения ДТП.



Рисунок 1 – Сеть автомобильных дорог федерального значения в Алтайском крае
 Источник: составлено авторами.

Figure 1 – The network of federal roads of the Altai Territory
 Source: compiled by the authors.

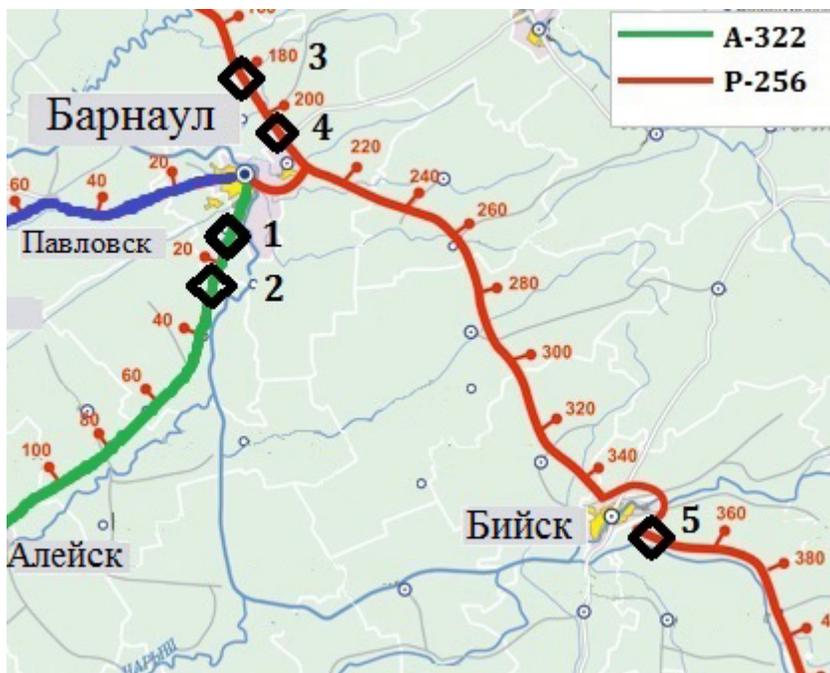


Рисунок 2 – Расположение аварийно-опасных участков, 2021 г.
 Источник: составлено авторами.

Figure 2 – Location of traffic accident-prone section, 2021
 Source: compiled by the authors.

Таблица
Показатели аварийности на рассматриваемых аварийно-опасных участках дороги
Источник: составлено авторами.

Table
Accident rates on the considered traffic accident-prone section
Source: compiled by the authors.

Участки	Показатели аварийности		
	2018	2019	2020
Участок № 1	ДТП без пострадавших: 0 ДТП с пострадавшими: 3 (2 наезда на пешехода, столкновение) Пострадало: 3 Погибло: 1	ДТП без пострадавших: 0 ДТП с пострадавшими: 2 (2 столкновения) Пострадало: 4 Погибло: 0	ДТП без пострадавших: 0 ДТП с пострадавшими: 2 (наезд на стоящее ТС, столкновение) Пострадало: 4 Погибло: 0
Участок № 2	ДТП без пострадавших: 0 ДТП с пострадавшими: 1 (столкновение) Пострадало: 0 Погибло: 1	ДТП без пострадавших: 0 ДТП с пострадавшими: 0 Пострадало: 0 Погибло: 0	ДТП без пострадавших: 1 ДТП с пострадавшими: 0 Пострадало: 0 Погибло: 0
Участок № 3	ДТП без пострадавших: 2 ДТП с пострадавшими: 0 Пострадало: 0 Погибло: 0	ДТП без пострадавших: 3 (столкновения) ДТП с пострадавшими: 2 (съезд с дороги, столкновение) Пострадало: 2 Погибло: 0	ДТП без пострадавших: 4 (3 столкновения, наезд на препятствие) ДТП с пострадавшими: 0 Пострадало: 0 Погибло: 0
Участок № 4	ДТП без пострадавших: 8 (отбрасывание предмета, 2 наезда на препятствие, 5 столкновений) ДТП с пострадавшими: 0 Пострадало: 0 Погибло: 0	ДТП без пострадавших: 6 (3 наезда на препятствие, 3 столкновения) ДТП с пострадавшими: 1 (наезд на препятствие) Пострадало: 2 Погибло: 0	ДТП без пострадавших: 12 (3 наезда на препятствие, 9 столкновений) ДТП с пострадавшими: 0 Пострадало: 0 Погибло: 0
Участок № 5	ДТП без пострадавших: 3 (наезд на препятствие, 2 столкновения) ДТП с пострадавшими: 0 Пострадало: 0 Погибло: 0	ДТП без пострадавших: 3 (столкновение, 2 наезда на препятствие) ДТП с пострадавшими: 0 Пострадало: 0 Погибло: 0	ДТП без пострадавших: 4 (наезд на препятствие, наезд на животное, 2 столкновения) ДТП с пострадавшими: 1 (опрокидывание) Пострадало: 1 Погибло: 0

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе исследования выделены 5 аварийно-опасных участков, 2 из них зафиксированы на дороге А-322, остальные – на дороге Р-256. На дороге А-321 аварийно-опасных участков нет. Расположение участков представлено на рисунке 2. Все они расположены в близости городов. Участки № 1, 2, 5 сформированы тремя столкновениями, участок № 3 образован шестью ДТП различных видов, среди которых 4 столкновения, съезд с дороги и наезд на лицо, не являющееся участником дорожного движения, осуществляющее какую-либо другую деятельность. Участок № 4 сформирован 5 ДТП, среди которых 2 столкновения, наезд на пешехода, наезд на препят-

ствие, падение пассажира. Летальные исходы фиксировались на участках № 2, 3, 5.

На следующем этапе рассмотрена аварийность на выделенных участках в предыдущие 3 года. Результаты представлены в таблице.

Определено, что ни один из участков не является устойчивым местом концентрации ДТП – не соответствовал критериям аварийно-опасного участка в предыдущие годы, однако большая часть рассматриваемых отрезков дороги отличалась высокой аварийностью.

На третьем этапе, целью которого является определение причин и факторов, способствующих формированию аварийно-опасного участка, проанализированы дорожные условия и внешние факторы возникновения ДТП.

Участок № 1 представляет собой отрезок дороги длиной 900 м, на котором находятся несколько перекрестков, остановка общественного транспорта и пешеходный переход. Особенностью является то, что один из перекрестков является въездом в поселок Южный города Барнаула, который отличается высокой интенсивностью движения и до 2020 г. являлся нерегулируемым. В 2021 г. изменилась организации дорожного движения на участке – установлен светофорный объект с дополнительной секцией для безопасного въезда в поселок. Также на участке была расположена граница г. Барнаула, что способствовало смене скоростного режима. Все ДТП происходили в период с июня по октябрь, что может свидетельствовать о том, что интенсивность движения является одним из основных факторов аварийности.

Участок № 2 является отрезком длиной 900 м, на котором расположено частично канализованное пересечение дорог, одна из которых ведет в поселок Бельмесево, а также остановка общественного транспорта и нерегулируемый пешеходный переход. Все ДТП происходили в дневное время в период с июля по ноябрь.

На участке № 3 (длина 1000 м) велась реконструкция: расширение числа полос движения до четырех. На отрезке дороги расположено несколько перекрестков с переходно-скоростными полосами, нерегулируемый пешеходный переход. ДТП происходят в разное время суток и месяцы, и вероятно связаны с изменением организации дорожного движения в период реконструкции.

Участок № 4 (длина 1000 м) является сложным пересечением – узлом в виде двухуровневой развязки с кольцевыми пересечениями и примыканиями дорог. На данном отрезке дороги водители осуществляют въезд и выезд в поселки Березовка, Солнечное и город Новоалтайск. Фактор времени не является основным, поскольку аварии происходят в разное время суток.

Участок № 5 (длина 1000 м) также является сложным транспортным узлом, который соединяет транспортные потоки, выезжающие из г. Бийска и съезжающие с дороги Р-256 Обход г. Бийска. Отличительной особенностью аварийности рассматриваемого участка является высокая доля наездов на препятствие, составляющая 31% (с учетом ДТП без пострадавших в 2021 г.).

Все участки находятся в зоне изменения скоростного режима – вблизи въезда / выезда из городов и населенных пунктов. Также характерной чертой всех участков является большое количество конфликтных точек (слияния,

пересечения, разветвления) при интенсивном движении конфликтующих направлений. Кроме того, на двух из пяти участках проводились различные типы дорожных работ, что увеличивало вероятность возникновения ДТП в совокупности со сложностью отрезка дороги.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определение факторов формирования аварийно-опасных участков на дорожной сети является важным научно-практическим направлением повышения безопасности дорожного движения в связи с экономической эффективностью такого подхода и возможностью значительно снизить показатели аварийности в сжатые сроки. Кроме того, развитие методологии повышения безопасности также требует исследования факторов возникновения аварийно-опасных участков, что развивает соответствующую теорию.

Проведенное на примере Алтайского края исследование позволило выявить конкретный комплекс факторов, способствующий возникновению аварийно-опасных участков на федеральных автомобильных дорогах. Важно отметить, что выделенные факторы представляют собой совокупность – именно их совместное действие вызывает высокую аварийность. К первому фактору отнесена сложность пересечения: все участки являются сложными пересечениями интенсивных конфликтующих потоков, причем канализованные пересечения или пересечения в разных уровнях не позволяют снизить аварийность до приемлемого уровня. Ко второму фактору из выделенной совокупности относится изменение скоростного режима – одно из направлений движения является въездом / въездом в населенный пункт или город.

Таким образом, к потенциальным аварийно-опасным местам относятся сложные пересечения вблизи городов и населенных пунктов с высокой интенсивностью движения транспортного потока. Решающим фактором, который способствует высокой аварийности, является проведение дорожно-строительных работ на данных участках.

На основе полученных результатов можно сформировать следующие практические рекомендации по повышению уровня безопасности дорожного движения: обеспечение плавного изменения скоростного режима на подходах к городам и населенным пунктам, что можно обеспечить с помощью снижения допустимого скоростного режима (установки знаков) совместно с установкой комплексов фото-видеофиксации нарушений ПДД; реализация дополнительного информирования водителей об изменении ус-

ловий движения на ближайших динамических информационных табло.

Кроме того, в заключение можно отметить, что предлагаемые практические мероприятия (ограничение скорости движения, информационное обеспечение водителей, оборудование средствами фото-видеофиксации нарушений ПДД) согласуются с мерами, указанными в рекомендациях проектного кабинета по национальному проекту «Безопасные и качественные дороги»². Однако при этом в данном документе отсутствуют сведения о подходах к городам как о потенциальном аварийно-опасном участке. В связи с этим службам, ответственным за безопасность движения, рекомендуется дополнительно учитывать данный фактор при планировании работ по предупреждению и ликвидации аварийно-опасных участков на федеральных автомобильных дорогах.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. FazleSubhan, Shengchuan Zhao, El BachirDiop, Yasir Ali, Hongmei Zhou Public intention to pay for road safety improvement: A case study of Pakistan // *Accident Analysis & Prevention*. 2021. V160. 106315. doi: 10.1016/j.aap.2021.106315.
2. Heather E Rosen, Imran Bari, Nino Paichadze, Margaret Peden, MeleckidzedekKhayesi, JesúsMonclús, Adnan A Hyder Global Road Safety 2010-18: An Analysis of Global Status Reports // *Injury*. 2022. S0020-1383(22)00504-6. doi: 10.1016/j.injury.2022.07.030.
3. Vladimir Pajković, Mirjana Grdinić-Rakonjac Age-related differences in attitudes and perception on road safety issues in Montenegro // *Transportation Research Procedia*. 2022. Volume 60. pp. 584-591, doi: 10.1016/j.trpro.2021.12.075.
4. Akinori Morimoto, Ailin Wang, NaohiroKitano, A conceptual framework for road traffic safety considering differences in traffic culture through international comparison, // *IATSS Research*. 2022. Volume 46, Issue 1. P. 3-13. doi: 10.1016/j.iatssr.2021.11.012.
5. Grushetsky, S., Brylev, I., Evtukov, S., Pushkarev, A. Road accident prevention model involving two-wheeled vehicles // *Transportation Research Procedia*. 2020. 50. pp. 201–210. doi: 10.1016/j.trpro.2020.10.025.
6. Lobanova Y., Evtukov S. Role and methods of accident ability diagnosis in ensuring traffic safety // *Transportation Research Procedia*. 14. Сер. “14th International Conference on Organization and Traffic Safety Management in Large Cities, OTS 2020” 2020. pp. 363-372.
7. Печатнова Е. В., Кузнецов В. Н. Факторы возникновения дорожно-транспортных происшествий с особо тяжкими последствиями // *Вестник СибАДИ*. 2022. Т. 19, № 2 (84). С. 224-235. doi: 10.26518/2071-7296-2022-19-2-224-235.
8. Гатиятуллин М. Х., Шихалеева А. В. Прогнозирование мероприятий по ликвидации и профилактике мест концентрации дорожно-транспортных происшествий // *Техника и технология транспорта*. 2021. № 4 (23). 8 с.
9. Hongjun Cui, Jianguo Dong, Mingqing Zhu, Xia Li, Qingzhou Wang Identifying accident black spots based on the accident spacing distribution // *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. 2022 doi: 10.1016/j.jtte.2021.02.006.
10. Pechatnova E., Kuznetsov V. Assessment of the conditions for allocating independent road safety ITS subsystem // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2021. Т. 1258. pp. 136-145. DOI: 10.1007/978-3-030-57450-5_13
11. Nikhil T.R, Harish J Kulkarni, Sarvada H. Identification of Black Spots and Improvements to Junctions in Bangalore City // *International Journal of Scientific Research*. 2013. 2(8). pp.136-139.
12. Osman Lindov, Fadila Kiso, Adnan Omerhodžić, MuhamedBegovićBSM- black spot management as methodology approach in increasing safety of road traffic // *7th International Maritime Science Conference (IMSC) April 20th-21st, 2017, Solin, Croatia*. 2017. pp. 445 – 451.
13. Nešić, M., Lipovac, K., Vujanić, M., Jovanović, D. Roadside public survey approach in black spot identification on rural roads: case study // *Transport*. 2016. vol. 31(2). pp. 271–281. doi:10.3846/16484142.2016.1193055.
14. De Pauw, E., Daniels, S., Brijis, T., Hermans, E., Wets, G. Safety effects of an extensive black spot treatment programme in Flanders-Belgium // *Accident Analysis & Prevention*. 2014. V66. pp. 72–79. doi: 10.1016/j.aap.2014.01.019.
15. Szénási S. Analysis of historical road accident data supporting autonomous vehicle control strategies // *PeerJ Computer Science*. 2021. 7: e399. doi:10.7717/peerj-cs.399.
16. Bolla M E, Djahi B S The development of road databases and analysis of traffic accident-prone section (blacksite) based on Geographic Information System (GIS) // *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 2018. 403. 012062. doi: 10.1088/1757-899X/403/1/012062.
17. Saran M.S. Evaluation of accident black spots on roads using geoinformatics tools in Kozhikode district, Kerala // *Journal of Geomatics*. 2017. Vol 11. No. 2. pp.218 – 223.
18. Prof. Jessy Paul, Anu Jo Mariya, Gopika Viswanath, Jyothish Kumar K, Punyo Robin Identification of Black Spots and Analysis Using GIS: Case study from Kothamanagalam, Kerala // *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. 2017. Volume 04. Issue 03. pp.2037 – 2041.
19. Mehmet Ali Dereli, Saffet Erdogan A new model for determining the traffic accident black spots using GIS-aided spatial statistical methods // *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2017. Volume 103. pp 106-117. doi: 10.1016/j.tra.2017.05.031.

² Методические рекомендации по проведению мероприятий по улучшению условий дорожного движения и повышению безопасности дорожного движения в целях ликвидации мест концентрации дорожно-транспортных происшествий, включающие типовые решения [Электронный ресурс]. URL: <https://mintrans.gov.ru/documents/10/10093> (дата обращения: 01.12.2022).

20. Erdođan, S., Dereli, M.A. & Şenol, H.İ. A GIS-based assessment of long-term traffic accidents using spatiotemporal and empirical Bayes analysis in Turkey // *ApplGeomat.* 2022. 14. pp. 147–162 doi: 10.1007/s12518-022-00419-1.

21. Ma, Q., Huang, G. Tang, X. GIS-based analysis of spatial–temporal correlations of urban traffic accidents // *Eur. Transp. Res. Rev.* 2021. 13. 50. doi:10.1186/s12544-021-00509-y.

22. Amin Mirza Boroujerdian, Mahmoud Saffarzadeh, Hassan Yousefi, Hassan Ghassemian, A model to identify high crash road segments with the dynamic segmentation method // *Accident Analysis & Prevention.* 2014. Volume 73. pp. 274–287. doi: 10.1016/j.aap.2014.09.014.

23. Ni Dong, Helai Huang, Jaeyoung Lee, Mingyun Gao, Mohamed Abdel-Aty Macroscopic hotspots identification: A Bayesian spatio-temporal interaction approach // *Accident Analysis & Prevention.* 2016. Volume 92. pp. 256–264. doi:10.1016/j.aap.2016.04.001.

24. A. Y. Omari-Sasu, Adjei Mensah Isaac, R. K. Boadi Statistical Models for Count Data with Applications to Road Accidents in Ghana // *International Journal of Statistics and Applications.* 2016. 6(3). pp.123–137 doi: 10.5923/j.statistics.20160603.05.

25. Preethi S, Manjunatha M, Ranjitha B TangadagiBharath A, N Sunil Road Safety Performance Audit for National Highway-44 // *International Journal of Advanced Science and Technology.* 2020. Vol. 29(06), No. 6, pp. 7808–7819.

26. FeritYakar Identification of accident-prone road sections by using relative frequency method // *Trafic&Transportation.* 2015. Vol. 27. No. 6. pp. 539–547. doi:10.7307/PTT.V27I6.1609

27. Yakar, F. A multicriteria decision making–based methodology to identify accident-prone road sections // *Journal of Transportation Safety & Security.* 2019. 13. pp.143 - 157.

28. Eyob Mekonnen, EmerTucay Quezon, Murad Mohammed Investigation of traffic accident prone areas related to existing road condition and driver's behavior along menagesha- ambo road section // *World Journal of Engineering Research and Technology.* 2018. Vol. 4. Issue 2. pp. 64–81.

29. Xue, Gang and Huiying Wen. Crash-Prone Section Identification for Mountainous Highways Considering Multi-Risk Factors Coupling Effect // *Journal of Advanced Transportation.* 2019. 1–9. doi: 10.1155/2019/9873832.

30. 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

31. Kurakina E., Kravchenko P., Brylev I., Rajczyk J. Systemic approach to auditing road traffic accident black spots // *Transportation Research Procedia.* 14. Сер. “14th International Conference on Organization and Traffic Safety Management in Large Cities, OTS 2020” 2020. pp. 330–336. DOI: 10.1016/j.trpro.2020.10.039.

REFERENCES

1. Fazle Subhan, Shengchuan Zhao, El Bachir Diop, Yasir Ali, Hongmei Zhou Public intention to pay for road safety improvement: A case study of Pakistan. *Accident*

Analysis & Prevention, 2021; vol. 160, 106315. doi: 10.1016/j.aap.2021.106315.

2. Heather E Rosen, Imran Bari, Nino Paichadze, Margaret Peden, Meleckidzedeck Khayesi, Jesús Monclús, Adnan A Hyder Global Road Safety 2010–18: An Analysis of Global Status Reports. *Injury.* 2022; S0020-1383(22)00504-6. doi: 10.1016/j.injury.2022.07.030.

3. Vladimir Pajković, Mirjana Grdinić-Rakonjac Age-related differences in attitudes and perception on road safety issues in Montenegro. *Transportation Research Procedia.* 2022; vol. 60: 584–591. doi: 10.1016/j.trpro.2021.12.075.

4. Akinori Morimoto, Ailin Wang, Naohiro Kitano, A conceptual framework for road traffic safety considering differences in traffic culture through international comparison. *IATSS Research.* 2022; vol. 46, no. 1: 3–13. doi: 10.1016/j.iatssr.2021.11.012.

5. Grushetsky S., Brylev I., Evtukov S., Pushkarev A. Road accident prevention model involving two-wheeled vehicles. *Transportation Research Procedia,* 2020, 50, pp. 201–210. doi: 10.1016/j.trpro.2020.10.025.

6. Lobanova Y., Evtiukov S. Role and methods of accident ability diagnosis in ensuring traffic safety. *Transportation Research Procedia.* 14. Сер. “14th International Conference on Organization and Traffic Safety Management in Large Cities, OTS 2020”. 2020: 363–372.

7. Pechatnova E.V., Kuznetsov V.N. Factors causing road traffic accidents with particularly serious consequence. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal.* 2022;19(2):224–235. (In Russ.) https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-2-224-235

8. Gatijatullin M.H., Shihaleeva A.V. Prognozirovanie meroprijatij po likvidaciji i profilaktike mest koncentracii dorozhno-transportnyh proisshestvij [Forecasting of measures for the elimination and prevention of places of concentration of road accidents]. *Tehnika i tehnologija transporta.* 2021; 4 (23): 8.

9. Hongjun Cui, Jianguo Dong, Mingqing Zhu, Xia Li, Qingzhou Wang Identifying accident black spots based on the accident spacing distribution. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition).* 2022. doi: 10.1016/j.jtte.2021.02.006.

10. Pechatnova E., Kuznetsov V. Assessment of the conditions for allocating independent road safety ITS subsystem. *Advances in Intelligent Systems and Computing.* 2021; 1258: 136–145. DOI: 10.1007/978-3-030-57450-5_13

11. Nikhil T.R, Harish J Kulkarni, Sarvada H. Identification of Black Spots and Improvements to Junctions in Bangalore City. *International Journal of Scientific Research.* 2013; 2(8): 136–139.

12. Osman Lindov, Fadila Kiso, Adnan Omerhodžić, Muhamed Begović BSM- black spot management as methodology approach in increasing safety of road traffic. *7th International Maritime Science Conference (IMSC),* April 20th–21st, 2017, Solin. Croatia, 2017: 445 – 451.

13. Nešić, M., Lipovac, K., Vujanić, M., Jovanović, D. Roadside public survey approach in black spot identification on rural roads: case study. *Transport.* 2016; 31(2): 271–281. doi:10.3846/16484142.2016.1193055.

14. De Pauw E., Daniels S., Brijts T., Hermans E., Wets G. Safety effects of an extensive black spot treatment programme in Flanders-Belgium. *Accident Anal-*

ysis & Prevention. 2014; vol. 66: 72–79. doi: 10.1016/j.aap.2014.01.019.

15. Szénási S. Analysis of historical road accident data supporting autonomous vehicle control strategies. *PeerJ Computer Science*, 2021, 7: e399. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.399>.

16. Bolla M. E., Djahi B. S The development of road databases and analysis of traffic accident-prone section (blacksite) based on Geographic Information System (GIS). *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 2018, 403, 012062. doi: 10.1088/1757-899X/403/1/012062.

17. Saran M. S. Evaluation of accident black spots on roads using geoinformatics tools in Kozhikode district, Kerala. *Journal of Geomatics*. 2017; 11. no. 2: 218 – 223.

18. Prof. Jessy Paul, Anu Jo Mariya, Gopika Viswanath, Jyothish Kumar K, Punyo Robin Identification of Black Spots and Analysis Using GIS: Case study from Kothamanagalam, Kerala. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. 2017; vol.04, issue 03: 2037 – 2041.

19. Mehmet Ali Dereli, Saffet Erdogan A new model for determining the traffic accident black spots using GIS-aided spatial statistical methods. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 2017; vol. 103: 106-117. doi: 10.1016/j.tra.2017.05.031.

20. Erdoğan S., Dereli, M.A. & Şenol, H.İ. A GIS-based assessment of long-term traffic accidents using spatiotemporal and empirical Bayes analysis in Turkey. *Appl Geomat*, 2022, 14: 147–162 doi: 10.1007/s12518-022-00419-1.

21. Ma, Q., Huang, G. Tang, X. GIS-based analysis of spatial–temporal correlations of urban traffic accidents. *Eur. Transp. Res. Rev.* 2021, 13, 50. doi:10.1186/s12544-021-00509-y.

22. Amin Mirza Boroujerdian, Mahmoud Saffarzadeh, Hassan Yousefi, Hassan Ghassemian, A model to identify high crash road segments with the dynamic segmentation method. *Accident Analysis & Prevention*. 2014, vol. 73: 274-287. doi: 10.1016/j.aap.2014.09.014.

23. Ni Dong, Helai Huang, Jaeyoung Lee, Mingyun Gao, Mohamed Abdel-Aty Macroscopic hotspots identification: A Bayesian spatio-temporal interaction approach. *Accident Analysis & Prevention*. 2016; vol. 92: 256-264. doi: 10.1016/j.aap.2016.04.001.

24. A. Y. Omari-Sasu, Adjei Mensah Isaac, R. K. Boadi Statistical Models for Count Data with Applications to Road Accidents in Ghana. *International Journal of Statistics and Applications*. 2016; 6 (3): 123-137 doi: 10.5923/j.statistics.20160603.05.

25. Preethi S, Manjunatha M, Ranjitha B Tangadagi Bharath A, N Sunil Road Safety Performance Audit for National Highway-44. *International Journal of Advanced Science and Technology*. 2020; vol. 29(06); 6: 7808-7819.

26. Ferit Yakar Identification of accident-prone road sections by using relative frequency method. *Traffic & Transportation*, 2015; vol. 27, no. 6: 539-547. doi:10.7307/PTT.V27I6.1609

27. Yakar, F. A multicriteria decision making–based methodology to identify accident-prone road sections. *Journal of Transportation Safety & Security*, 2019, 13, pp.143 - 157.

28. Eyob Mekonnen, Emer Tucay Quezon, Murad Mohammed Investigation of traffic accident prone areas related to existing road condition and driver's behavior along menagesha- ambo road section. *World Journal of Engineering Research and Technology*. 2018; vol. 4; Issue 2: 64-81.

29. Xue, Gang and Huiying Wen. Crash-Prone Section Identification for Mountainous Highways Considering Multi-Risk Factors Coupling Effect. *Journal of Advanced Transportation*. 2019; 1-9. doi: 10.1155/2019/9873832.

30. Kurakina E.V. Ob jeffektivnosti provedenija issledovanij mest koncentracii DTP [On the effectiveness of studies carried out at places of road traffic accident concentration]. *Vestnik grazhdanskih inzhenerov*. 2018; 2 (67): 231-237

31. Kurakina E., Kravchenko P., Brylev I., Rajczyk J. Systemic approach to auditing road traffic accident black spots. *Transportation Research Procedia*. 14. Sep. "14th International Conference on Organization and Traffic Safety Management in Large Cities, OTS 2020". 2020: 330-336. DOI: 10.1016/j.trpro.2020.10.039.

ВКЛАД СОАВТОРОВ

Печатнова Е. В. Вклад в общую работу составил 50%, что является ½ доли при разработке следующих разделов научной статьи: аннотации, введения, материалов и методов, результатов, обсуждения и заключения.

Нечаев К.С. Вклад в общую работу составил 50%, что является ½ доли при разработке следующих разделов научной статьи: аннотации, введения, результатов, обсуждения и заключения.

AUTHOR CONTRIBUTION STATEMENT

Elena V. Pechatnova. The contribution to the general work made is 50% that is ½ shares when developing the following sections of the scientific article: summaries, introductions, materials and methods, results, discussion and conclusion.

Konstantin S. Nechaev. The contribution to the general work amounted to 50%, which is ½ share in the development of the following sections of the scientific article: annotation, introduction, results, discussion and conclusion.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Печатнова Елена Владимировна – канд. техн. наук, доц. кафедры «Информатика и специальная техника», SPIN-код: 1548-3254.

Нечаев Константин Сергеевич – канд. техн. наук, доц. кафедры «Организация и безопасность движения», SPIN-код: 3567-0615.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Elena V. Pechatnova – Cand. of Sci. (Engineering), Associate Professor of the Computer Science and Special Technology Department, SPIN-код: 1548-3254.

Konstantin S. Nechaev– Cand. of Sci. (Engineering), Associate Professor of the Organization and Road Safety Department, SPIN-код: 3567-0615.