Научная статья
УДК 656.13.08
DOI: https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-6-700-711

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.Г. Шевцова
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
г. Белгород, Россия
shevcova-anastasiya@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8973-9271

АННОТАЦИЯ

Введение. *Большое количество погибших на дорогах Российской Федерации является весомой государственной проблемой, для снижения данного показателя на национальном уровне разрабатываются различные целевые программы. Для оценки достижения установленных целевых программ необходим математический анализ определенных показателей безопасности дорожного движения, позволяющий установить наиболее точную математическую модель, описывающую определенные взаимосвязи рассматриваемых показателей для последующего прогноза и оценки достижения установленных целевых показателей, что позволит оценить эффективность определенных ориентиров государственной политики в рассматриваемой области.*
Методы и материалы. *В научно-исследовательской работе применены методы статистического и математического анализа, модели определения состояния безопасности дорожного движения на различных уровнях – мировом, государственном и региональном, зависящих от различных параметров.*
Результаты. *Предложена математическая модель оценки показателей безопасности дорожного движения по результату анализа параметров транспортного и социального риска, определена их невысокая взаимосвязь и установлена возможность использования их как независимых параметров для оценки состояния безопасности дорожного движения на национальном уровне.*
Заключение. *Установлено отсутствие тесной взаимосвязи между показателем социального риска и автомобилизацией, измеряемой в количестве автомобилей на 1000 жителей (значение коэффициента корреляции составляет 0,422), что позволяет судить о наличии иных факторов, оказывающих влияние на рассматриваемый параметр.*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *математическая модель, транспортный риск, социальный риск, автомобилизация, модель Смида*

Статья поступила в редакцию 16.10.2021; одобрена после рецензирования 22.11.2021; принята к публикации 14.12.2021.
Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.
Прозрачность финансовой деятельности: автор не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах. Конфликт интересов отсутствует.

Для цитирования: Шевцова А.Г. Математический анализ определенных показателей безопасности дорожного движения в Российской Федерации // Вестник СибАДИ. 2021. Т.18, № 6(82). С. 700-711. https://doi.org/10.26518/2071-7296- 2021-18-6-700-711

© Шевцова А.Г., 2021

Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

DOI: https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-6-700-711

MATHEMATICAL ANALYSIS OF CERTAIN ROAD SAFETY INDICATORS IN THE RUSSIAN FEDERATION

Anastasia G. Shevtsova
V. G. Shukhova Belgorod State Technological University
shevcova-anastasiya@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-8973-9271

ABSTRACT

Introduction. *A large number of fatalities on the roads of the Russian Federation is a significant state problem; to reduce this indicator, various target programs are being developed at the national level. To assess the achievement of the established target programs, it is necessary to perform a mathematical analysis of certain road safety indicators, which makes it possible to establish the most accurate mathematical model describing certain interrelationships of the indicators under consideration for the subsequent forecast and assessment of the achievement of the established target indicators, which will allow assessing the effectiveness certain guidelines of state policy in the area under consideration.*
Methods and materials. *In the research work, methods of statistical and mathematical analysis, models for determining the state of road safety at different levels - world, state and regional, depending on various parameters are used.*
Results. *A mathematical model for assessing road safety indicators based on the analysis of transport and social risk parameters is proposed, their low relationship is determined and the possibility of using them as independent parameters for assessing the state of road safety at the national level is established.*
Conclusion. *The absence of a close relationship between the indicator of social risk and motorization, measured in the number of cars per 1000 inhabitants (the value of the correlation coefficient is 0,422), was found, which allows one to judge the presence of other factors influencing the parameter under consideration.*

KEYWORDS: *mathematical model, traffic risk, social risk, motorization, Smeed's model*

The article was submitted 16.10.2021; approved after reviewing 22.11.2021; accepted for publication 14.12.2021.
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: Shevtsova A.G. Mathematical analysis of certain road safety indicators in the Russian Federation. The Russian Automobile and Highway Industry Journal. 2021; 18 (6): 700-711. DOI: https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-6-700-711

© Shevtsova A.G., 2021

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

ВВЕДЕНИЕ

В большинстве стран мира вопрос безопасности дорожного движения является одним из основных в государственной политике, который находит свое отражение во многих стратегических и целевых программах. В Российской Федерации согласно Указу Президента от 21.07. 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» основной задачей государственной политики является сохранение населения, здоровья и благополучия людей. Высокая смертность на дорогах Российской Федерации в сравнении с иными мировыми странами стимулирует разработку новых направлений в оценке данной проблемы и возможных путей ее решения. Рассматривая опыт мировых стран, наиболее предпочтительным в данном случае является опыт Швеции, которая еще в 1997 г. разработала концепцию Vision Zero, согласно которой дорожно-транспортная система должна быть спроектирована так, чтобы иметь дело с тем фактом, что люди совершают ошибки, которые могут иметь катастрофические последствия, в целом система должна быть адаптирована к психологическим и физическим условиям и ограничениям человека. Следуя определенной концепции, были разработаны основные законодательные документы, в том числе и транспортная стратегия, и, выполняя анализ таких показателей безопасности дорожного движения, как количество погибших в ДТП и социальный риск, можно судить о том, что политика, определенная правительством Швеции, дала свои положительные результаты, так за период с 2000 по 2020 г. количество погибших на дорогах было снижено с 591 чел. (2000 г.) до 204 чел. (2020 г.), значение социального риска с 6,7 (2000 г.) до 2,0 (2020 г.). С учетом положительной динамики политики Швеции в области безопасности дорожного движения многие мировые страны аналогичным образом взяли политику Vision Zero за основу при разработке законодательных актов в рассматриваемой области [1, 2].

Следуя политике мировых стран и опираясь на их положительный опыт, в Российской Федерации 12 декабря 2017 г. был подписан меморандум по продвижению «Нулевого травматизма». Несмотря на положительные результаты действующих национальных федеральных целевых программ в области безопасности дорожного движения (БДД), на сегодняшний день перед государством в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 стоит задача по снижению социального риска до показателя 4 к 2024 г.

Для достижения установленного целевого показателя необходима планомерная работа в области научного обоснования данной проблемы, а именно условий и факторов, оказывающих влияние на возникновение дорожно-транспортных происшествий [3, 4] и последующих практических рекомендаций по минимизации их влияния, что будет способствовать возможному достижению, установленному целевому показателю. Следуя определенному направлению, можно сказать, что практические рекомендации в соответствии с принятой концепцией нулевой смертности сегодня реализуются довольно основательно, в рамках действующего национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» происходит строительство автомобильных дорог и приведение существующих в соответствие с действующими нормативными требованиями [5, 6].

Одним из основных исследований в области научного обоснования является математический анализ определенных показателей безопасности дорожного движения, что позволяет в дальнейшем оценить перспективу достижения установленного целевого ориентира. В результате установления необходимости выполнения научных изысканий в данной области для выполненного научного исследования определена основная цель – обоснование применения определенной математической модели при установлении взаимосвязи национальных показателей транспортного и социального риска.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В результате анализа ряда научно-исследовательских работ установлено, что в зависимости от уровня оцениваемого показателя безопасности дорожного движения возможно использовать различные математические модели (рисунок 1).

Для выполнения сравнения состояния безопасности дорожного движения на мировом уровне применимы модели, представленные на рисунке 1, которые представляют собой зависимости различных параметров. В результате своих исследований Е. Тимо установил взаимосвязь таких параметров, как число погибших в дорожно-транспортных происшествиях и общенациональным пробегом автомобилей, аналогичную взаимосвязь между данными параметрами установил С. Оппе, определив наиболее точную функциональ-

© 2004–2021 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

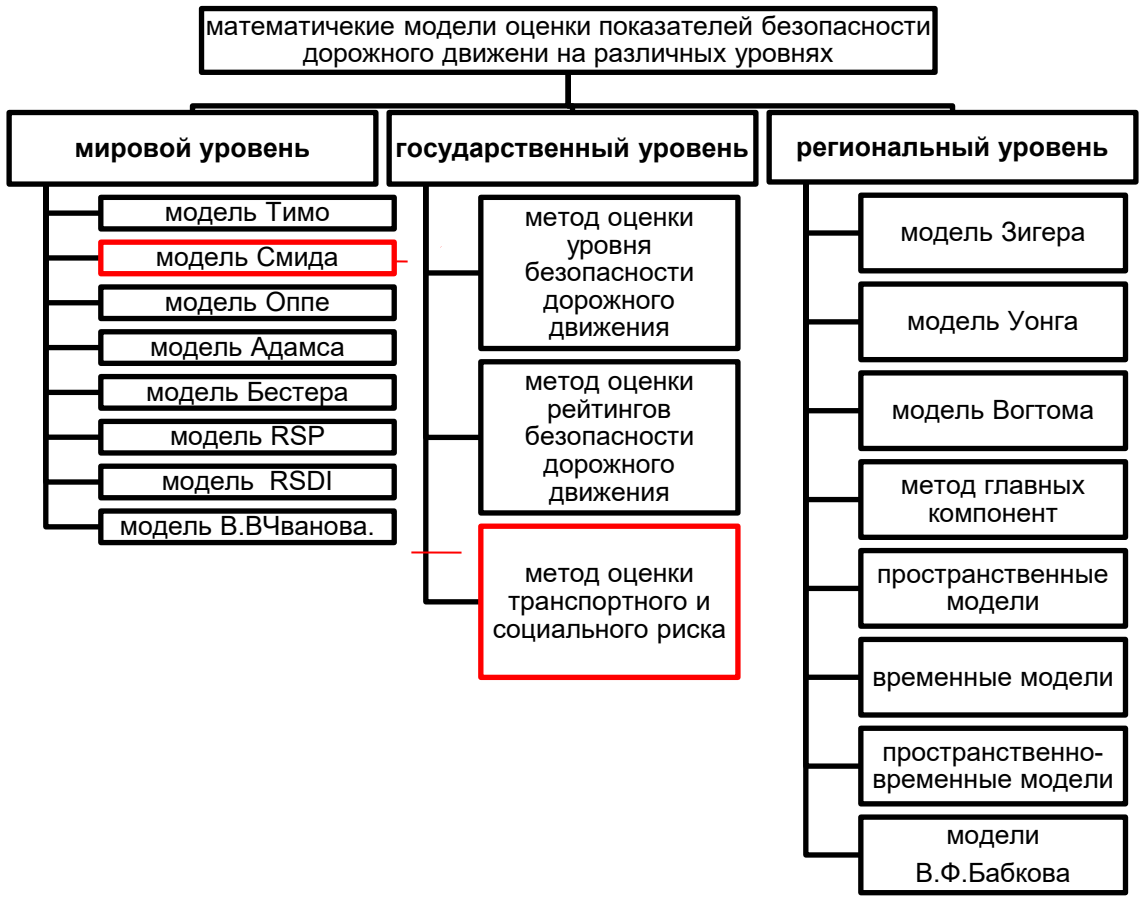

Рисунок 1 – Математические модели оценки показателей безопасности дорожного движения

Figure 1 – Mathematical models for assessing road safety indicators

ную зависимость, описываемую экспоненциальной функцией. С. Адамс также установил определенную взаимосвязь рассматриваемых параметров, описываемых логарифмической математической моделью. Отечественный ученый В.В. Чванов в качестве инструмента для возможной оценки состояния безопасности дорожного движения в различных мировых странах для последующей оценки их между собой предложил шкалу качественной оценки с определенными значениями показателей аварийности.

Одним из основных признаков, позволяющих отнести данные модели к моделям мирового уровня, является возможность применения их для сравнения положения мировых стран в области безопасности дорожного движения, в основном представленные исследователи установили определенные взаимосвязи, описанные математически по результату экспериментальных исследований, выполненных в масштабах определенного количества мировых стран.

На сегодняшний день в результате отсутствия многих показателей в мировых базах данных, например, таких как IRTAD (International Road Traffic and Accident Database), APRAD (Asia Pacific Road Accident Database), CARE (Community Road Accident Database), большинство моделей не могут быть применимы для сравнения состояния безопасности мировых стран. В данном случае наиболее совершенной в плане установленных взаимосвязей и возможности применения является модель Р. Смида, которая позволила установить взаимосвязь между количеством погибших в ДТП в любой стране с количеством зарегистрированных транспортных средств и численностью населения:

$$\frac{F}{V} = \alpha \left(\frac{V}{P}\right)^{-\beta}, \qquad (1)$$

где F – количество погибших в ДТП; V – количество зарегистрированных транспортных средств; P – численность населения; α = 0,003; β=2/3.

© 2004–2021 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

В результате того, что в большинстве мировых стран есть параметры, входящие в состав установленной взаимосвязи – математической модели (1), модель Р. Смида на протяжении многих лет позволяет осуществить оценку состояния безопасности дорожного движения.

Преобразования, по выражению определенных показателей из представленной модели (1), позволили многим ученым, в том числе и отечественным, установить определенную взаимосвязь между транспортным и социальным риском и выразить данные параметры. Так, в недавнем исследовании, выполненном М.Я. Блинкиным и Е.М. Решетовой [7], была представлена математическая модель, устанавливающая взаимосвязь между показателем транспортного риска (TR) и автомобилизацией (ML), полученная в результате выражения определенных показателей из первоначальной модели Р. Смида (1):

$$TR = 3(ML/1000)^{-2/3}. \quad (2)$$

Кроме этого, авторами в результате работы с мировыми и отечественными базами данных был построен точечный график, отражающий изменение рассматриваемых показателей – транспортного риска от автомобилизации для таких стран, как США, Великобритания и Россия и приведен график, построенный с использованием показателей автомобилизации от 240 авт./1000 жителей до 460 авт./ 1000 жителей и рассчитанных для них и транспортных рисков с применением модели (2). В этом же исследовании представлены аргументированные выводы для интерпретации расположения установленных точек для рассматриваемых стран относительно расположения графика – модель Смида:

1. Если координатные точки транспортных рисков по мере роста автомобилизации находятся выше кривой Смида, то отношение нации к гибели людей на дорогах следует считать вполне амбивалентным, а национальное самообучение заведомо неэффективным.

2. Если те же точки лежат в разумно узком коридоре от кривой Смида, то национальное самообучение в целом соответствует среднемировым тенденциям. При этом отступления от кривой Смида в ту или иную сторону обусловливаются особенностями национального менталитета.

3. Если те же точки находятся радикально ниже кривой Смида, то процесс национального самообучения следует признать успешным и, соответственно, автомобилизированное сообщество уверенно идет по пути «К нулю» (следует концепции Vision Zero).

В качестве модели, позволяющей оценить состояние безопасности движения и результативность принимаемых мер по улучшению ситуации в масштабах государства согласно выполненной классификации (см. рисунок 1), может выступить отечественный метод оценки уровня безопасности движения, позволяющий рассчитать уровень безопасности движения с учетом анализа участков дорожного движения и степени их опасности почти идентичным методом, активно применяемым в зарубежных странах является метод оценки рейтингов безопасности дорожного движения (метод RPS – Road Protection Scope), позволяющий установить рейтинг опасности в зависимости от видов происшествий.

В связи с тем, что во многих странах при повышении уровня безопасности движения ведется активная государственная политика, находящая свое отражение в мировых транспортных стратегиях и в том числе транспортной стратегии Российской Федерации [8, 9, 10] и целевых программах, результатом эффективности которых являются целевые показатели, одним из которых является социальный и транспортный риск. Поэтому в качестве альтернативного метода, позволяющего оценить безопасность дорожного движения в рамках государства, может стать метод оценки транспортного и социального риска (см. рисунок 1).

Для достижения основной цели исследования в рамках выполненных научных изысканий и математического анализа рассматриваемых показателей – транспортного и социального риска – и проведены работы по определению их взаимосвязи.

Также следует отметить, что согласно представленной классификации математических моделей (см. рисунок 1), модели, отнесенные к моделям регионального уровня, позволяют осуществить прогноз возникновения ДТП в основном с учетом геометрических и транспортных характеристик в масштабах определенного участка для субъекта (региона) Российской Федерации.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В научных работах Е.И. Шаврак [11,12] представлены результаты математических преобразований модели Смида, позволяющих установить взаимосвязь социального риска и автомобилизации

© 2004–2021 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

$$C = 3(A)^{1/3}, \quad (3)$$

где С – число погибших в расчете на 100 000 чел.; А – количество автомобилей на 1000 жителей.

Таким образом, согласно представленным математическим зависимостям (2) и (3), показатели транспортного и социального риска зависят от автомобилизации, возможно предположить что между данными показателями существует определенная взаимосвязь.

Профессор В.М. Курганов в исследовании[1] по результату анализа транспортного и социального риска в регионах Российской Федерации установил между данными показателями определенную взаимосвязь:

$$RH = 4{,}223RT^{0{,}824}, \quad (4)$$

где RT – уровень транспортного риска в регионе, погибших на 10 тыс. транспортных средств; RH – уровень социального риска в регионе, погибших на 100 тыс. населения.

В результате автором был сформулирован вывод о нецелесообразности применения данных показателей в качестве независимых оценок, из-за того что тесная взаимосвязь между ними была установлена и определялась коэффициентом корреляции – 0,866 для регионов Российской Федерации.

В связи с тем что применить данные параметры предлагается в качестве параметров оценки состояния безопасности дорожного движения в масштабах Российской Федерации (государственный уровень), в рамках данной работы осуществлена выборка необходимых для расчета данных за долгосрочный период 1995–2015 гг. (таблица 1). Данные в столбцах 2–4 (см. таблицу 1) установлены с использованием официального источника Росстат.

Согласно распоряжению Министерства внутренних дел Российской Федерации от 12 февраля 2019 г. № 1/1291 методика расчета значения показателя «Количество погибших в ДТП», показатель «Количество погибших в ДТП», определяемый как социальный риск, рассчитывается по формуле

$$КП=ЧП/N*100000, \quad (5)$$

где КП – количество погибших (число лиц, погибших в дорожно-транспортных происшествиях, на 100 тыс. населения); ЧП – число лиц, погибших в дорожно-транспортных происшествиях; N – численность населения в Российской Федерации; 100 000 – коэффициент перевода полученного значения в условные единицы.

Согласно определению, отраженному в ранее действующих официальных целевых программах по безопасности дорожного движения 2006–2012 гг. и 2013–2020 гг., транспортный риск – количество лиц, погибших в результате дорожно-транспортных происшествий, на 10 тыс. транспортных средств. Руководствуясь данным определением можно установить расчетную формулу

$$КП= ЧП/NA*10000, \quad (6)$$

где КП – количество погибших (число лиц, погибших в дорожно-транспортных происшествиях, на 10 тыс. транспортных средств); ЧП – число лиц, погибших в дорожно-транспортных происшествиях; NA – количество транспортных средств; 10000 – коэффициент перевода полученного значения в условные единицы.

Для уточнения определенных искомых параметров в рамках исследования уточнены их обозначения, так уровень социального риска принят к обозначению как СР, уровень транспортного риска ТР, тогда с учетом принятых обозначений в рамках исследования формулы (7) и (8) интерпретируются следующим образом:

$$СР = ЧП/N*100000, \quad (7)$$

$$ТР = ЧП/NA*10000, \quad (8)$$

где СР – социальный риск (число лиц, погибших в дорожно-транспортных происшествиях, на 100 тыс. населения); ТР – транспортный риск (число лиц, погибших в дорожно-транспортных происшествиях, на 10 тыс. транспортных средств).

Для установления зависимости ТР и СР построен точечный график (рисунок 2) и осуществлен математико-статистический анализ (таблица 2).

[1] Курганов В.М. Математико-статистический анализ транспортного и социального рисков автомобилизации / В.М. Курганов // В сборнике: Развитие теории и практики автомобильных перевозок, транспортной логистики. Сборник научных трудов кафедры «Организация перевозок и управление на транспорте» в рамках Международной научно-практической конференции. Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ). 2016. С. 90–97.

© 2004–2021 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

Таблица 1
Значения социального и транспортного риска и показателей, необходимых для их расчета за период 1995–2019 гг.

Table 1
Values of social and transport risk and indicators required for their calculation for 1995 – 2019 period

Год	Количество погибших в ДТП, чел.	Численность населения, чел.	Количество зарегистрированных транспортных средств, ед.	СР	ТР
1995	32 791	148 375 787	14 971 590	22,10	21,90
1996	29 468	148 160 129	16 446 700	19,89	17,92
1997	27 665	147 915 361	18 032 590	18,70	15,34
1998	29 021	147 670 784	19 303 400	19,65	15,03
1999	29 718	147 214 776	20 246 590	20,19	14,68
2000	29 594	146 596 869	20 902 490	20,19	14,16
2001	30 916	145 976 482	21 899 290	21,18	14,12
2002	33 243	145 306 497	23 245 890	22,88	14,30
2003	35 602	144 648 618	24 241 790	24,61	14,69
2004	34 506	144 067 316	25 148 800	23,95	13,72
2005	33 957	143 518 814	26 554 000	23,66	12,79
2006	32 724	143 049 637	27 838 490	22,88	11,75
2007	33 308	142 805 114	30 491 090	23,32	10,92
2008	29 936	142 742 366	33 221 090	20,97	9,01
2009	27 659	142 785 348	34 298 600	19,37	8,06
2010	26 567	142 849 468	35 677 280	18,60	7,45
2011	27 953	142 960 908	37 851 400	19,55	7,38
2012	27 991	143 201 721	40 324 500	19,55	6,94
2013	27 025	143 506 995	42 921 490	18,83	6,30
2014	26 958	146 090 613	45 344 390	18,45	5,95
2015	23 114	146 405 999	46 221 880	15,79	5,00
2016	20 308	146 674 541	47 805 790	13,85	4,25
2017	19 088	146 842 401	49 493 100	13,00	3,86
2018	18 214	146 830 575	50 152 700	12,40	3,63
2019	16 981	146 764 655	51 087 490	11,57	3,32

В результате анализа математических функций, с помощью которых возможно установить зависимость между рассматриваемыми параметрами транспортного и социального риска, установлено, что самый высокий коэффициент корреляции обеспечивается степенной функцией, при которой $R^2 = 0,7087$, данное значение позволяет судить о имеющейся взаимосвязи между рассматриваемыми параметрами аналогично зависимости, установленной в своем исследовании Р. Смидом.

Основная цель исследования заключается в обосновании применения определенной математической модели при установлении взаимосвязи национальных показателей транспортного и социального риска, которая по результату математическо-статистического анализа аналогична существующей модели взаимосвязи количества погибших с численностью населения и автомобилизацией и описывается степенной функцией. Но оценку данных показателей предлагается осуществлять в рамках государственного уровня, поэтому еще одной задачей исследования будет являться установление математической модели определения транспортного и социального риска в зависимости от автомобилизации.

Для установления математической функции, позволяющей установить зависимость рассматриваемых параметров, определенных с использованием национального подхода, установленного в распоряжении Министерства внутренних дел Российской Федерации от 12 февраля 2019 г. № 1/1291, построен точечный график для показателей Российской Федерации за долгосрочный период 1995–2019 гг. (си-

© 2004–2021 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

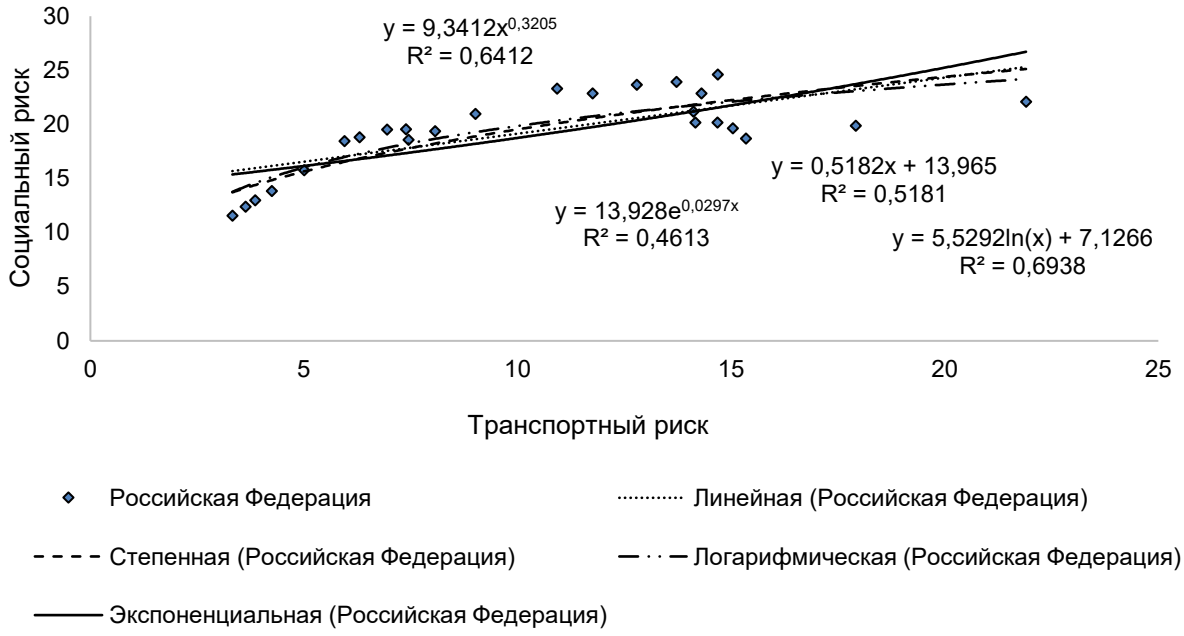

Рисунок 2 – Точечный график транспортного и социального риска Российской Федерации за период 1995–2019 гг.

Figure 2 – Dot graph of the transport and social risk of the Russian Federation for the period 1995-2019

Таблица 2
Результаты оценки математико-статистической связи между транспортным и социальным риском

Table 2
The results of evaluating the mathematical and statistical relationship between transport and social risk

Наименование функции	Уравнение функции	Величина корреляции(R^2)
Линейная	$y = 0{,}5182x + 13{,}965$	$R^2 = 0{,}5181$
Степенная	$y = 9{,}3412x^{0{,}3205}$	$R^2 = 0{,}7087$
Логарифмическая	$y = 5{,}52921\ln(x) + 7{,}1266$	$R^2 = 0{,}6938$
Экспоненциальная	$y = 13{,}928e^{0{,}0297x}$	$R^2 = 0{,}5188$

ний цвет точек) и указаны точки транспортного риска, рассчитанные с использованием модели Смида (зеленый цвет точек).

Оценка показателей по транспортному риску (рисунок 3) в целом по стране позволяет судить о возможности применения полученной математической модели – степенной функции по аналогии с законом Смида, величина аппроксимации при применении установленной функции составляет 0,9162, что свидетельствует о высокой взаимосвязи рассматриваемых параметров

$$y = 12190x^{-1{,}348}. \quad (9)$$

Идентичная процедура выполнена и для установления зависимости между социальным риском и автомобилизацией (рисунок 4), в данном случае связь является не явной, в связи с тем что корреляция составляет менее 0,5 (0,422), теперь уравнение степенной

© 2004–2021 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

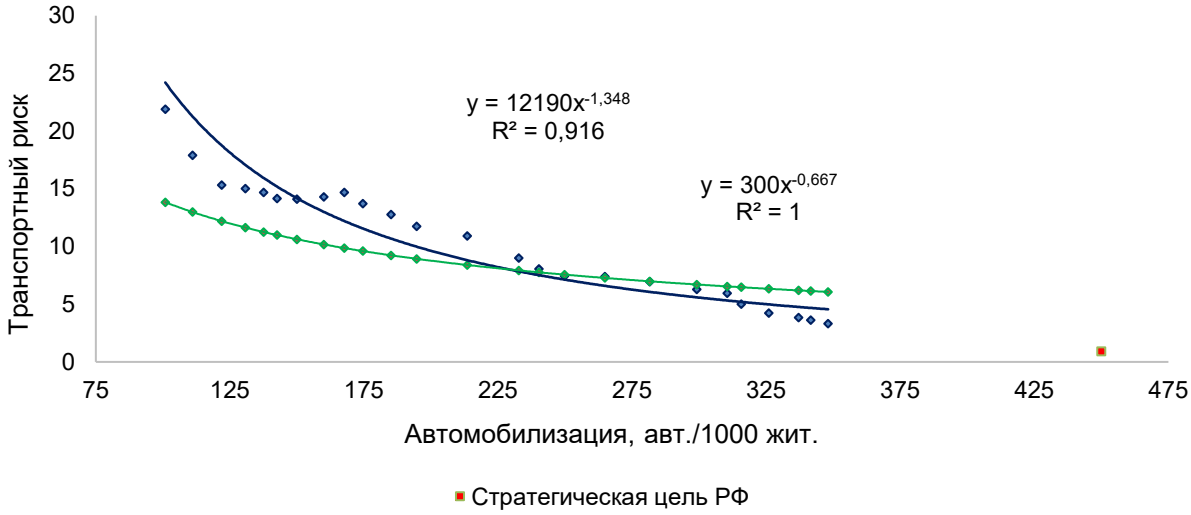

Рисунок 3 – Точечные графики транспортного риска и автомобилизации для Российской Федерации за период 1995–2019 гг. (где значение транспортного риска рассчитано по установленной методике РФ с применением формулы (8) – синий цвет точек и с применением закона Смида – зеленый цвет точек)

Figure 3 – Dot graphs of the transport risk and motorization of the Russian Federation for 1995-2019 period. (determined by using formula (8) - the blue color of the dots and using Smeed's law - the green color of the dots)

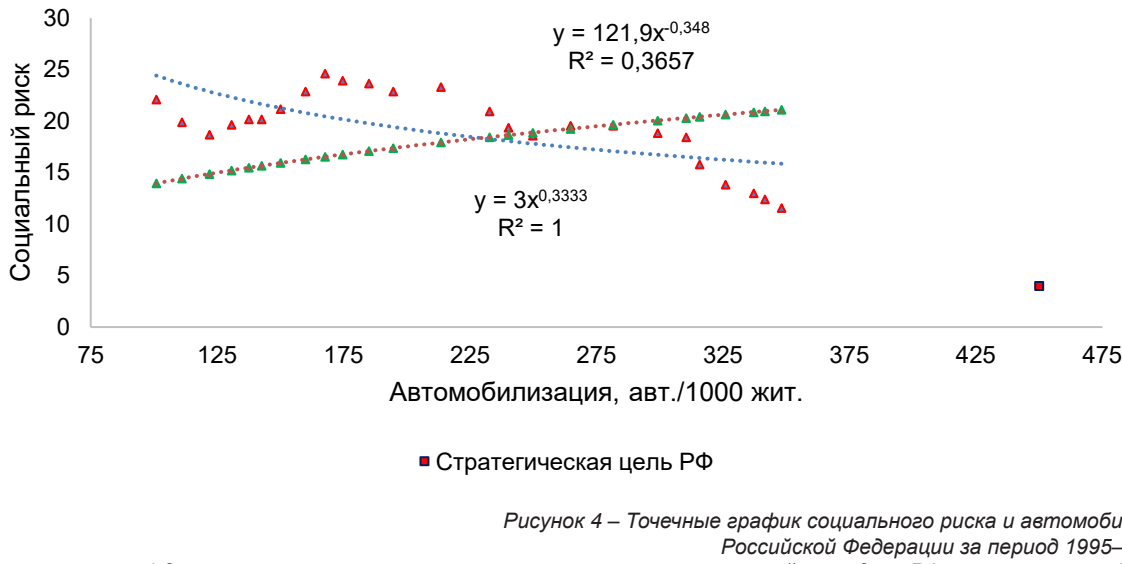

Рисунок 4 – Точечные график социального риска и автомобилизации Российской Федерации за период 1995–2019 гг. (где значение социального риска рассчитано по установленной методике РФ, с применением формулы (7) – синий цвет точек и с применением закона Смида – зеленый цвет точек)

Figure 4 – Dot graphs of social risk and motorization of the Russian Federation for the period 1995-2019. (determined by using formula (7) - the blue color of the points and using Smeed's law – the green color of the points)

© 2004–2021 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

функции, которое очень точно описывает полученные зависимости по закону Смида для существующих статистических показателей выглядит следующим образом:

$$y = 121{,}9x^{-0{,}348}. \quad (10)$$

В данном случае применение установленной модели не представляется возможным в связи с отсутствием взаимосвязи между рассматриваемыми параметрами.

ОБСУЖДЕНИЕ

Выполненные математические изыскания позволили установить наличие некоторой взаимосвязи между рассматриваемыми параметрами для оценки безопасности дорожного движения – транспортного и социального риска и определить математические функции для их расчета в зависимости от уровня автомобилизации в качестве подхода для оценки их изменения в рамках страны на национальном уровне. В результате выполненного математического анализа статистических данных была высокая взаимосвязь между параметром транспортного риска и автомобилизацией и установлена математическая модель данной зависимости, описываемая аналогично модели Смида, степенной функцией. Оценка по социальному риску не позволила установить тесную взаимосвязь, характеризуемую высоким значением коэффициента корреляции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установленный национальный целевой ориентир в области безопасности дорожного движения, заключающийся в снижении количества погибших в дорожно-транспортных происшествиях до 4 чел. на 100 тыс. населения к 2024 г., в целом способствует активизации различных процессов улучшения состояния системы ВАДС научной и практической направленности [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25]. Для оценки возможности достижения установленного целевого показателя применяются различного рода прогнозные модели. Так, в качестве применения модели для оценки таких показателей безопасности дорожного движения, как транспортный и социальный риск, в рамках данной работы были проведены исследования и получены следующие результаты:

1. Осуществлена систематизация существующих математических моделей для оценки показателей безопасности дорожного движения на различных уровнях – мировом, национальном и региональном.

2. Предложена модель оценки показателей безопасности дорожного движения по результату анализа параметров транспортного и социального риска, определена их невысокая взаимосвязь и установлена возможность использования как независимых параметров для оценки рассматриваемого показателя на национальном уровне.

3. Полученная математическая модель определения транспортного риска, позволяющая установить тесную взаимосвязь с автомобилизацией (значение коэффициента корреляции составляет 0,9162), аналогична модели Смида.

4. Установлено отсутствие тесной взаимосвязи между показателем социального риска и автомобилизацией, измеряемой в количестве автомобилей на 1000 жителей (значение коэффициента корреляции составляет 0,422), что позволяет судить о наличии иных факторов, оказывающих влияние на рассматриваемый параметр.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шевцова А.Г. Динамика реализации программы Vision Zero в мировых странах // Мир транспорта и технологических машин. 2021. № 3 (74). С. 35–42.

2. Зейналов Ф.Н. О применимости шведской программы повышения безопасности дорожного движения Vision Zero к российской действительности // Научный вестник Орловского юридического института МВД России имени В.В. Лукьянова. 2020. № 1 (82). С. 92–98.

3. Новиков И.А., Кравченко А.А., Шевцова А.Г., Васильева В.В. Научно-методологический подход к снижению аварийности на дорогах Российской Федерации // Мир транспорта и технологических машин. 2019. № 3 (66). С. 58–64.

4. Капитанов В.Т., Чубуков А.Б., Сильянов В.В., Монина О.Ю. О факторах, определяющих дорожно-транспортную аварийность в регионах России // Наука и техника в дорожной отрасли. 2019. № 4 (90). С. 18–23.

5. Старовойт Р.В. Безопасные и качественные автомобильные дороги – главный проект федерального дорожного агентства // Транспортная стратегия – XXI век. 2016. № 34. С. 28–29.

6. Аверин А.Н., Ляхов В.П., Керимов О.Ю., Разумец В.М. Решение проблемы безопасных и качественных автомобильных дорог в национальном проекте // Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. 2019. № 5 (108). С. 115–118.

7. Блинкин М.Я., Решетова Е.М. Институциональные новации и математические модели Рубена Смида в свете современных российских транспортных реалий // Городские исследования и практики. 2019. Т. 4, № 1 (14). С. 43–63.

© 2004–2021 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

8. Соколов М. Транспортная стратегия России на период до 2030 года // Транспортная стратегия – XXI век. 2013. № 22. С. 7–9.

9. Сергеев В.И., Федоренко А.И., Герами В.Д. Роль логистики в развитии транспортного комплекса РФ: в разрезе корректировки транспортной стратегии РФ на период до 2030 года // Логистика и управление цепями поставок. 2012. № 6 (53). С. 7–25.

10. Коваленко Н.В., Безновская В.В., Скороходова А.В. Современные тенденции развития транспортного комплекса Российской Федерации // Международный технико-экономический журнал. 2017. № 3. С. 25–31.

11. Шаврак Е.И. Анализ некоторых аспектов транспортных рисков // Безопасность жизнедеятельности. 2009. № 1 (97). С. 17–22.

12. Шаврак Е.И. Автомобильные риски: корреляционный анализ // Мир транспорта. 2009. Т. 7. № 2 (26). С. 126–131.

13. Боровской А.Е., Воля П.А., Новиков И.А., Шевцова А.Г. Распределение состава транспортного потока на примере городской агломерации «Белгород» // Мир транспорта и технологических машин. 2015. № 4 (51). С. 103–110.

14. Novikov, A., Glagolev, S., Novikov, I., Shevtsova, A. Information technologies and management of transport systems development of the approach to assessing adaptation of the intersection transport model / A. Novikov, S. Glagolev, I. Novikov, A. Shevtsova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineeringthis link is disabled, 2019, 632(1), 012052

15. Glagolev, S., Shevtsova, A., Shekhovtsova, S. Basis for application of new-generation anti-icing materials as an efficient way to reduce the accident rate on roads in winter / S. Glagolev, A. Shevtsova, S. Shekhovtsova // Transportation Research Procedia Volume 36, 2018, Pages 193-198

16. Dorokhin S.V., Novikov A.N., Zelikov V.A., Strukov Y.V., Novikov I.A., Shevtsova A.G., Likhachev D.V. Investigation of methods for calculating duration of light signal regulation cycle / S.V. Dorokhin, A.N. Novikov, V.A. Zelikov, Y.V. Strukov, I.A. Novikov, A.G. Shevtsova, D.V. Likhachev // Journal of Physics: Conference Series, 2018, Volume 1015, Issue 3, 032128

17. Novikov A., Novikov I., Shevtsova A. Modeling of traffic-light signalization depending on the quality of traffic flow in the city / A. Novikov, I. Novikov, A. Shevtsova // Journal of Applied Engineering Science. 2019. Т. 17. № 2. С. 175-181.

18. Novikov A., Shevtsova A., Vasilieva V. Development of approach to reduce number of accidents caused by drivers / A. Novikov, A. Shevtsova, V. Vasilieva // Transportation Research Procedia, 2020, 50, pp. 491–498.

19. Евтюков С.А., Подопригора Н.В. Совершенствование методики вычисления остановочного пути // Вестник гражданских инженеров. 2012. № 4 (33). С. 214–219.

20. Петров А.И., Евтюков С.А. Новая антиэнтропийная концепция организованности систем обеспечения безопасности дорожного движения // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 1 (72). С. 184–193.

21. Жанказиев С.В., Воробьев А.И., Морозов Д.Ю. Тенденции развития автономных интеллектуальных транспортных систем в России // Транспорт Российской Федерации. 2016. № 5 (66). С. 26–28.

22. Поляков А.С., Жанказиев С.В. Повышение эффективности функционирования транспортного комплекса города // Наука и техника в дорожной отрасли. 2016. № 4 (78). С. 3–6.

23. Новиков А.Н., Еремин С.В., Шевцова А.Г. Основные принципы расчета программы светофорного регулирования на основе управляемых сетей и потока насыщения // Вестник СибАДИ. 2019. Т. 16. № 6 (70). С. 680–691.

24. Жигадло А.П., Дорохин С.В., Лихачев Д.В. Новый подход к вводу дополнительной левоповоротной секции светофорного регулирования // Вестник СибАДИ. 2019. Т. 16. № 4 (68). С. 432–445.

25. Кравченко П.А., Олещенко Е.М. Системный подход в управлении безопасностью дорожного движения в Российской Федерации // Транспорт Российской Федерации. 2018. № 2 (75). С. 14–18.

REFERENCES

1. Shevtsova A.G. Dinamika realizacii programmy Vision Zero v mirovyh stranah [Dynamics of the Vision Zero Program Implementation in World Countries] // *World of Transport and Technological Machines*. 2021.3 (74): 35-42. (in Russian)

2. Zeynalov F.N. O primenimosti shvedskoj programmy povyshenija bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija Vision Zero k rossijskoj dejstvitel'nosti [On the applicability of the Swedish program for improving road safety "Vision Zero" to the Russian reality] // *Scientific Bulletin of the Oryol Legal Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia named after V.V. Lukyanov*. 2020. 1 (82): 92-98. (in Russian)

3. Novikov I.A., Kravchenko A.A., Shevtsova A.G., Vasilyeva V.V. Nauchno-metodologicheskij podhod k snizheniju avarijnosti na dorogah Rossijskoj Federacii [Scientific and methodological approach to reducing accidents on the roads of the Russian Federation] // *World of Transport and Technological Machines*. 2019. 3 (66): 58-64. (in Russian)

4. Captains VT, Chubukov AB, Silyanov VV, MoninaO.Yu. O faktorah, opredeljajushhih dorozhno-transportnuju avarijnost' v regionah Rossii [On the factors determining road traffic accidents in the regions of Russia] // *Science and technology in the road industry*. 2019. 4 (90): 18-23. (in Russian)

5. Starovoit R.V. Bezopasnye i kachestvennye avtomobil'nye dorogi – glavnyj proekt federal'nogo dorozhnogo agentstva [Safe and high-quality highways - the main project of the federal road agency] // *Transport strategy - XXI century*. 2016. 34: 28-29.

6. Averin A.N., Lyakhov V.P., KerimovO.Yu., Razumets V.M. Reshenie problemy bezopasnyh i kachestvennyh avtomobil'nyh dorog v nacional'nom proekte [Solving the problem of safe and high-quality highways in the national project] // *Science and Education: Econ-*

© 2004–2021 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal

omy and Economy; entrepreneurship; law and governance. 2019. 5 (108): 115-118.

7. BlinkinM.Ya.,Reshetova E.M. Institucional'nye novacii i matematicheskie modeli Rubena Smida v svete sovremennyh rossijskih transportnyh realij [Institutional innovations and mathematical models of Ruben Smid in the light of modern Russian transport realities] // Urban studies and practices. 2019. 4. 1 (14): 43-63.

8. Sokolov M. Transportnaja strategija Rossii na period do 2030 goda [Transport strategy of Russia for the period up to 2030] // *Transport strategy - XXI century*. 2013. 22: 7-9. (in Russian)

9. Sergeev V.I., Fedorenko A.I., Gerami V.D. Rol' logistiki v razvitii transportnogo kompleksa RF: v razreze korrektirovki transportnoj strategii RF na period do 2030 goda [The role of logistics in the development of the transport complex of the Russian Federation: in the context of adjusting the transport strategy of the Russian Federation for the period up to 2030 *// Logistics and supply chain management*. 2012. 6 (53): 7-25. (in Russian)

10. Kovalenko N.V., Beznovskaya V.V., Skorokhodova A.V. Sovremennye tendencii razvitija transportnogo kompleksa Rossijskoj Federaci [Modern trends in the development of the transport complex of the Russian Federation // *International technical-economic journal.* 2017. 3: 25-31. (in Russian)

11. Shavrak E.I. Analiz nekotoryh aspektov transportnyh riskov [Analysis of some aspects of transport risks]// *Life safety*. 2009. 1 (97): 17-22. (in Russian)

12. Shavrak E.I. Avtomobil'nye riski: korreljacionnyj analiz [Automotive risks: correlation analysis] // *World of Transport*. 2009. 2 (26): 126-131. (in Russian)

13. Borovskoy A.E., Volya P.A., Novikov I.A., Shevtsova A.G. Raspredelenie sostava transportnogo potoka na primere gorodskoj aglomeracii «Belgorod» [Distribution of the composition of the traffic flow on the example of the urban agglomeration "Belgorod" // *World of Transport and Technological Machines*. 2015. 4 (51): 103-110. (in Russian)

14. Novikov, A., Glagolev, S., Novikov, I., Shevtsova, A. Information technologies and management of transport systems development of the approach to assessing adaptation of the intersection transport model / A. Novikov, S. Glagolev, I . Novikov, A. Shevtsova // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering this link is disabled*, 2019, 632 (1), 012052

15. Glagolev, S., Shevtsova, A., Shekhovtsova, S. Basis for application of new-generation anti-icing materials as an efficient way to reduce the accident rate on roads in winter / S. Glagolev, A. Shevtsova, S . Shekhovtsova *// Trans-portation Research Procedi*a 2018. 36: 193-198(in Russian)

16. Dorokhin S.V., Novikov A.N., Zelikov V.A., Strukov Y.V., Novikov I.A., Shevtsova A.G., Likhachev D.V. Investiga-tion of methods for calculating duration of light signal regulation cycle / S.V. Dorokhin, A.N. Novikov, V.A. Zelikov, Y.V. Strukov, I.A. Novikov, A.G. Shevtsova, D.V. Likhachev // *Journal of Physics: Conference Series*, 2018, 1015, 3: 032128(in Russian)

17. Novikov A., Novikov I., Shevtsova A. Modeling of traffic-light signalization depending on the quality of traffic flow in the city / A. Novikov, I. Novikov, A. Shevtsova // *Journal of Applied Engineering Science*. 2019. 17(2): 175-181. (in Russian)

18. Novikov A., Shevtsova A., Vasilieva V. Development of approach to reduce number of accidents caused by drivers / A. Novikov, A. Shevtsova, V. Vasilieva // *Transportation Research Procedia*, 2020, 50: 491–498.

19. Evtyukov S.A., Podoprigora N.V. Sovershenstvovanie metodiki vychislenija ostanovochnogo puti [improvement of the methodology for calculating the stopping distance // *Bulletin of civil engineers*. 2012. 4 (33): 214-219.

20. Petrov A.I., Evtyukov S.A. Novaja antijentropijnaja koncepcija organizovannosti sistem obespechenija bezopasnosti dorozhnogo dvizhenija [New anti-entropic concept of organization of road safety systems // *Bulletin of civil engineers*. 2019. 1 (72): 184-193.

21. Zhankaziev S.V., Vorobiev A.I., Morozov D.Yu. Tendencii razvitija avtonomnyh intellektual'nyh transportnyh sistem v Rossii [Trends in the development of autonomous intelligent transport systems in Russia] // *Transport of the Russian Federation*. 2016. 5 (66): 26-28. (in Russian)

22. Polyakov A.S., Zhankaziev S.V. Povyshenie jeffektivnosti funkcionirovanija transportnogo kompleksa goroda [Improving the efficiency of the city's transport complex functioning]*// Science and technology in the road industry*. 2016. 4 (78): 3-6. (in Russian)

23. Novikov A.N., Eremin S.V., Shevtsova A.G. Osnovnye principy rascheta programmy svetofornogo regulirovanija na osnove upravljaemyh setej i potoka nasyshhenija [Basic principles of calculating a traffic light control program based on controlled networks and saturation flow] // *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2019. 16. 6 (70): 680-691. (in Russian)

24. Zhigadlo A.P., Dorokhin S.V., Likhachev D.V. Novyj podhod k vvodu dopolnitel'noj levopovorotnoj sekcii svetofornogo regulirovanija [A new approach to the introduction of an additional left-turn section of traffic light regulation] // *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2019. 16. 4 (68): 432-445. (in Russian)

25. Kravchenko P.A., Oleshchenko E.M. Sistemnyj podhod v upravlenii bezopasnost'ju dorozhnogo dvizhenija v Rossijskoj Federacii [A systematic approach to road safety management in the Russian Federation]// *Transport of the Russian Federation*. 2018. 2 (75): 14-18. (in Russian)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Шевцова Анастасия Геннадьевна – канд. техн. наук, доц., доц. кафедры «Эксплуатация и организация движения автотранспорта», e-mail: shevcova-anastasiya@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Anastasia G. Shevtsova – Cand. of Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Traffic Operation and Organization Department, V.G. Shukhova Belgorod State Technological University.

© 2004–2021 Вестник СибАДИ
The Russian Automobile
and Highway Industry Journal