

Научная статья
УДК 656.13

Социально-психологические факторы в предикативной аналитике уровня конфликтности в транспортном потоке на примере г. Москвы

Виталий Витальевич Дронсейко¹, Александр Михайлович Меркович²,
Дарья Александровна Саданова³

^{1,2}Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ),
Москва, Россия

³Департамент транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы,
Москва, Россия

¹drons123@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5204-5361>

²amerkovich@hotmail.com

³sadanova.dasha@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается возможность прогнозирования ДТП с использованием методов предикативной аналитики. В качестве предметной основы предлагается явление конфликтности на дорогах общего пользования, которое включает в себя цепь коллизионных событий и объектов разной природы. Основные факторы, оказывающие влияние на развитие конфликтности имеют, в том числе, социально-психологическую основу, сформированную на комплексных моделях эксплуатации транспортных средств по типу реализуемой транспортной деятельности в рамках существующей экономической формации. На основании проведённого анализа предложены базовые критерии конфликтности, а также инструментальный метод оценки её уровня в транспортном потоке с применением средств фото- и видеофиксации, подсистем метеомониторинга, подсистем детектирования ДТП и ЧС, с качественным использованием технологий V2X.

Ключевые слова: конфликтность в транспортном потоке, вероятность ДТП, социально-психологические факторы, модель эксплуатации транспортного средства, такси, каршеринг, частный транспорт, модель управления транспортным средством, подсистемы ИТС, метеомониторинг, фото- и видеофиксации, V2X.

Для цитирования: Дронсейко В.В., Меркович А.М., Саданова Д.А. Социально-психологические факторы в предикативной аналитике уровня конфликтности в транспортном потоке на примере г. Москвы // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2024. №2 (40).

Original article

Socio-psychological factors in the predicative analysis of the level of conflict in the traffic flow on the example of the city of Moscow

Vitaly V. Dronseyko¹, Alexander M. Merkovich², Daria A. Sadanova³

^{1,2}Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russia

³Department of Transportation and Roadway Infrastructure Development of Moscow, Moscow, Russia

¹drons123@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5204-5361>

²amerkovich@hotmail.com

³sadanova.dasha@yandex.ru

Abstract. The article considers the possibility of predicting traffic accidents using predicative analytics methods. The phenomenon of conflict on public roads, which includes a chain of collision events and objects of different nature, is proposed as a subject basis. The main factors influencing the development of conflict have, among others, a socio-psychological basis, formed on complex models of vehicle operation by the type of realized transport activity within the existing economic formation. On the basis of the conducted analysis the basic criteria of conflict, as well as an instrumental method for assessing its level in the traffic flow with the use of photo and video detection subsystems, subsystems of meteorological monitoring, subsystems for detecting accidents and emergencies, with the qualitative use of V2X technologies are proposed.

Keywords: conflict in traffic flow, probability of traffic accidents, socio-psychological factors, vehicle operation model, taxi, carsharing, private transport, vehicle control model, ITS subsystems, meteorological monitoring, photo and video detection subsystems, V2X.

For citation: Dronseyko V.V., Merkovich A.M., Sadanova D.A. Socio-psychological factors in the predicative analysis of the level of conflict in the traffic flow on the example of the city of Moscow. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*. 2024. №1 (39).

Введение

На сегодняшний день понятие конфликтности в транспортном потоке определяется в соответствии с комплексной оценкой уровня аварийности на конкретном участке, которая осуществляется различными методами. В основе большинства из них лежит использование официальных

статистических данных об уровне аварийности, а также об основных характеристиках транспортного потока и особенностях дорожно-транспортной инфраструктуры на исследуемом участке [1, 2].

Недостатком данных методов является неучёт ряда косвенных факторов, оказывающих влияние на развитие дорожно-транспортных ситуаций в моменте времени. К таким факторам можно отнести модели управления транспортным средством, реализуемые на конкретном участке, погодные условия, время года, временное изменение существующей схемы ОДД на участке, ДТП на участке и т.д.

Для прогнозирования изменения функционального состояния транспортного потока может быть использован предикативно-аналитический метод, включающий в себя математические модели теории вероятностей и теории надёжности.

Научная гипотеза

Установлено, что более 80% всех ДТП происходят по вине водителя. Причинами такого распределения являются превалирующие над другими факторами ошибки водителя в процессе принятия управляющих решений и последующий выход за границы резервов безопасного управления [3]. Данные факторы, в свою очередь, являются результатом двух комплексных негативных процессов, которые находятся в состоянии взаимовлияния:

1. Некачественный процесс обработки водителем информационной модели о дорожно-транспортной ситуации и состоянии управляемого транспортного средства;
2. Реализация конфликтной модели управления транспортным средством на дорогах общего пользования.

Установленная зависимость может быть интерпретирована как конфликтная модель эксплуатации транспортного средства (рис. 1).

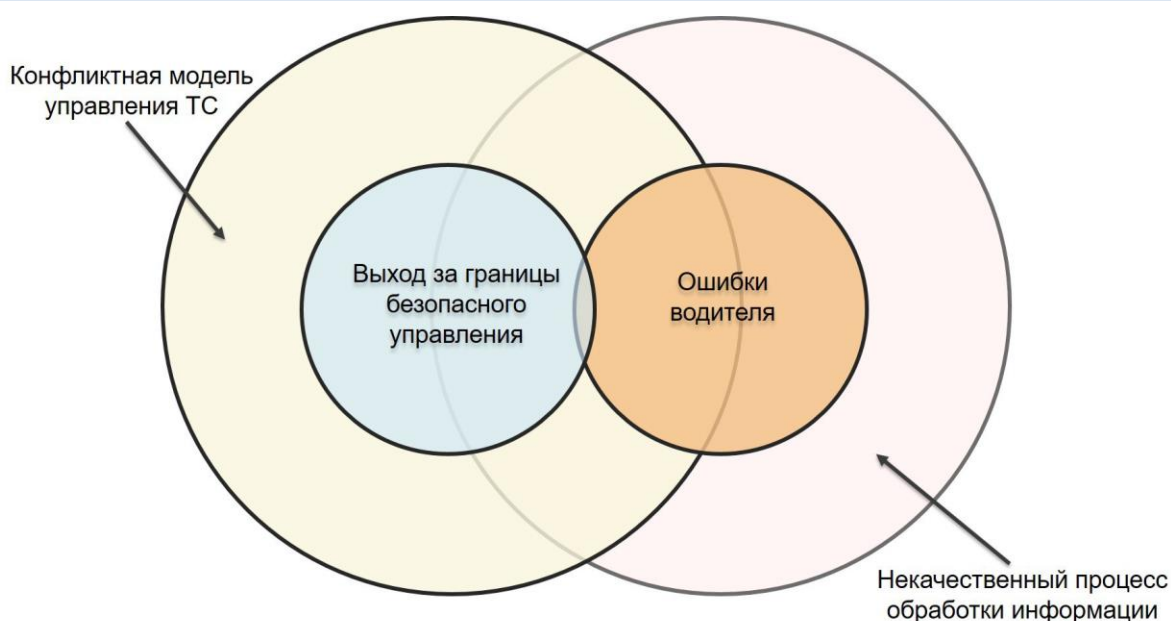


Рис. 1. – Конфликтная модель эксплуатации транспортного средства

В профессиональной дорожной терминологии понятие «конфликт» означает взаимодействие сил и сторон, приводящее к противостоянию, которое имеет технический (физический), экономический, социальный и/или экологический аспекты [4]. В данном случае *конфликтность носит социальный характер и определяет потенциальную степень негативного взаимодействия не менее двух участников дорожного движения* [5]. В работах [6-9] была установлена связь конфликтных событий с риском гибели человека в дорожном движении через вероятность возникновения нештатных дорожно-транспортных ситуаций (рис. 2).



Рис. 2. – Концептуальная схема формирования ДТП с последствиями

Учитывая тот факт, что экономика и способ производства играют первостепенную роль в системе государственного управления и, следовательно, отвечают за формирование всех видов социальных отношений, можно сделать вывод о том, что различные модели эксплуатации транспортного средства являются частным случаем общественного взаимодействия.

Теоретическая модель

Для подтверждения этой гипотезы была проведена дифференциация управляемых транспортных средств, находящихся в потоке, по принципу имущественного владения и реализуемой транспортной деятельности соответственно в г. Москве (табл. 1).

Таблица 1

Типы управляемых транспортных средств по виду транспортной деятельности (имущественного владения)

Типы транспортных средств	Вид транспортной деятельности (имущественного владения)
Частный транспорт	Реализация долговременной потребности в наземном перемещении на различные расстояния.
Общественный транспорт	Реализация трудовой функции, заключающейся в перевозке пассажиров по фиксированным маршрутам.
Такси	Реализация трудовой функции, заключающейся в перевозке пассажиров по нефиксированным маршрутам.
Каршеринг	Реализация кратковременной потребности в наземном перемещении на ограниченные расстояния.
Специальный транспорт	Реализация трудовой функции, заключающейся в осуществлении специальных видов деятельности на транспорте.

В соответствии с данной типологией был проведён анализ аварийности [10-16] за период 2021 – 2022 гг. в г. Москве (табл. 2), включающий в себя установление вероятности совершения ДТП в каждом конкретном типе транспортных средств $P_{\text{ДТП}}$ (1), за исключением специального транспорта ввиду отсутствия данных.

$$P_{\text{ДТП}} = \frac{N_{\text{ДТП}}^T}{N_{\text{ТС}}^T} * 10^{-4}, \text{ ДТП на } 10 \text{ тыс. ТС} \quad (1)$$

где

$N_{\text{ДТП}}^T$ – количество учётных ДТП с участием соответствующего типа транспортных средств за год;

$N_{\text{ТС}}^T$ – количество транспортных средств соответствующего типа;

Таблица 2

Распределение вероятностей ДТП по типам транспортных средств

Тип транспортного средства	Год	Вероятность ДТП $P_{\text{ДТП}}$, ДТП на 10 тыс. ТС	Средний годовой пробег, S_r , тыс. км
Общественный транспорт	2021	541	95
	2022	443	100
Такси	2021	345	11,2
	2022	313	13,4
Каршеринг	2021	153	8
	2022	131	10
Частный транспорт	2021	12	15,2
	2022	11	13,1

Анализ факторов

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы касательно доминирующих факторов в подобном распределении уровней аварийности в зависимости от характера реализуемой транспортной деятельности.

Высокая вероятность ДТП на подвижном составе общественного транспорта может быть связана как с общим техническим и эксплуатационным состоянием парка [17], так и с принципом учёта ДТП [18]. В последнем случае фиксации подлежат все травмы и ушибы, полученные пассажирами в процессе движения автобуса по дорогам общего пользования, а реализуемая водителем модель управления признаётся нештатной. Такой уровень потенциальной аварийности является следствием роста привлекательности наземного городского пассажирского транспорта за счёт его мобильности и комфортности. Число потенциальных взаимодействий автобусов с другими типами транспортных средств в потоке возросло, а регламент их движения подразумевает определённое преимущество, что, в свою очередь, может являться причиной развития коллизионности. Следует также отметить, что большинство ДТП с участием наземного городского

пассажирского транспорта и других типов транспортных средств в г. Москве происходит не по вине водителя автобуса [19].

Аварийность в системе «такси» сопоставима с соответствующим показателем у общественного транспорта, однако аргументационная база в данном случае носит частный характер. В противоположность водителям автобусов, большинство водителей такси в г. Москве являются индивидуальными предпринимателями, деятельность которых проходит через специализированный мониторинг в комплексной информационной системе «Аналитика работы такси». Данная система осуществляет контроль за соблюдением таксистами режима труда и отдыха при выходе на линию, а также своевременным прохождением надлежащих для данной операторской деятельности осмотров. Тем не менее, в анализе аварийности при перевозке пассажиров в системе «такси» за 2020 год [20] установлены следующие технические аспекты:

- В трети всех ДТП имелись незарегистрированные конструктивные изменения;
- В 15% случаев на одной оси были установлены шины различных типов, конструкций и назначений;
- Также были зафиксированы ДТП, вызванные износом рисунка протектора шин, неисправностью внешних световых устройств, несоответствием технических параметров, указанных на поверхности газовых баллонов, данным технического паспорта, низким коэффициентом светопропускания стекол и рядом случаев неисправности двигателя.

Особо отмечено, что последние неисправности должны выявляться на предрейсовом контроле технического состояния.

Представленные аспекты являются прямым следствием субъективных принципов имущественного владения транспортным средством, которые, в свою очередь, основаны на реализации экономической транспортной деятельности. Таким образом, уровень аварийности в системе «такси»

зависит от модели эксплуатации транспортного средства, что оказывает непосредственное влияние на развитие коллизии в транспортном потоке.

Относительно высокая аварийность системы «каршеринг» может быть обусловлена недостаточным легитимным регулированием деятельности компаний [21], предоставляющих услуги краткосрочной аренды транспортных средств. К сожалению, в этой системе всё ещё наблюдается высокий уровень незаконного оборота учетно-регистрационных данных [22], и, как следствие, имеется тенденция к росту количества ДТП из-за фактически непресекаемой агрессивной модели управления автомобилем и возрастной неопытности водителей каршеринга. Указанные явления также способствуют развитию коллизии в транспортном потоке и повышению риска ДТП на конкретных участках.

Важно отметить, что в абсолютном значении лишь треть всех дорожно-транспортных происшествий, зарегистрированных в Москве, связана с услугами такси и каршеринга [23], в то время как подавляющее большинство инцидентов приходится на частный транспорт. Этот факт подчёркивает потенциальную опасность комплексных моделей эксплуатации, реализуемых водителями в данных системах, по сравнению с лицами, управляющими собственными автомобилями в различных видах транспортной деятельности.

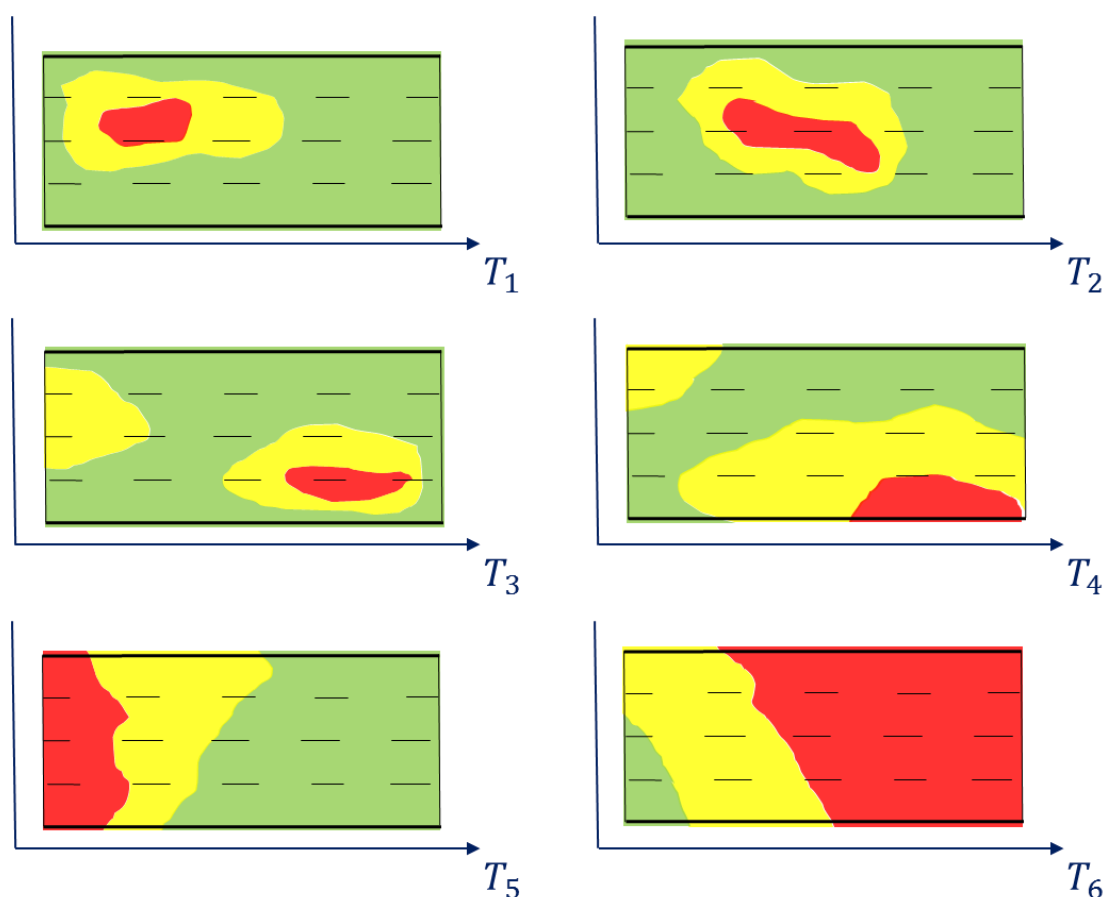
Практическая реализация

Настоящий анализ социально-психологических факторов может быть использован для разработки системы мониторинга потенциальной аварийности с использованием предикативно-аналитического подхода, включающего в себя вероятностные критерии оценки степени конфликтности в транспортном потоке, а также инструменты фактического мониторинга, обеспечивающие поступление данных в реальном времени.

В качестве базовых критериев может быть использована конфликтная значимость отдельных транспортных единиц, дифференцированных в

соответствии с изложенной типологией. Однако, это не значит, что назначение весовых коэффициентов конфликтности будет кратно установленным вероятностям ДТП $P_{\text{ДТП}}$ по каждому типу транспортных средств, исходя из проведённого анализа различных моделей эксплуатации.

Факторы внешней среды, геометрии УДС, организации дорожного движения, параметры дорожной сцены и т.д. в данном случае являются показателями, оказывающими косвенное влияние на базовую конфликтность. Системное взаимодействие весовых коэффициентов всех факторов будет иметь вид динамической энергограммы исследуемого участка (рис. 4).



Рису. 4. – Энергограмма конфликтности в транспортном потоке на участке за 6 временных интервалов T_i .

Для получения и обработки данных в системе мониторинга потенциальной аварийности могут быть использованы определённые

подсистемы ИТС, например, подсистема фото- и видеофиксации, подсистема метеомониторинга, подсистема детектирования ДТП и ЧС, а также данные, характеризующие условия движения, получаемые непосредственно с подключённого транспортного средства на основе технологий V2X в случае достаточного уровня технологической обеспечения транспортных единиц и дорожной инфраструктуры оборудованием.

Выводы

На основании проведённого исследования можно сделать следующие выводы:

1. Предикативной сущностью ДТП является дорожно-транспортная конфликтность, которая представляет собой потенциальную степень негативного взаимодействия не менее двух участников дорожного движения;
2. В соответствии с научной гипотезой о социально-психологическом базисе аварийности на дорогах общего пользования было установлено, что основой большинства ДТП является реализация конфликтной модели эксплуатации транспортного средства в зависимости от типа транспортной деятельности в рамках действующей экономической формации;
3. Установленные в ходе исследования зависимости могут быть использованы в качестве основных критериев оценки уровня конфликтности в транспортном потоке на конкретном участке с применением различных подсистем ИТС для принятия соответствующих управленческих решений в области обеспечения безопасности дорожного движения.

Список источников

1. Клинковштейн, Г.И. Организация дорожного движения: учеб. для вузов / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М: Транспорт, 2001. – 247 с.
2. Новизенцев, В. В. Повышение безопасности дорожных условий : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Организация и безопасность движения (автомобильный транспорт) направления подготовки

"Организация перевозок и управление на транспорте" / В. В. Новизенцев ; Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет. – Москва : Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2012. – 139 с. – EDN RWNGZL.

3. Майборода, О. В. О возможности победить эпидемию аварийности в дорожном движении / О. В. Майборода // Безопасность дорожного движения. – 2022. – № 3. – С. 41-47. – EDN YITATO.

4. Врубель, Ю. А. Опасности в дорожном движении / Ю. А. Врубель, Д. В. Капский. – М.: Новое знание, 2013. – 244 с.

5. Специализированный обучающий семинар, 9 ноября, Волгоград. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=LOmDziFzaiY> (дата обращения: 14.05.2023).

6. Предикативный подход к анализу конфликтности в транспортном потоке / В. В. Дронсейко, А. М. Меркович, А. В. Замыцких, О. И. Максимычев // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 3-1(82). – С. 86-92. – DOI 10.33979/2073-7432-2023-3-1(82)-86-92. – EDN VUPKVF.

7. Определение коэффициента конфликтности дорожного потока в реальном времени средствами ИТС / С. В. Жанказиев, В. В. Новизенцев, А. В. Замыцких, М. В. Гаврилюк // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2022. – № 1. – С. 2-6. – EDN VWANSR.

8. Determination of the Coefficient Conflict of Traffic Flow in Real Time by Means of Intelligent Transport Systems / S. V. Zhankaziev, M. V. Gavrilyuk, A. V. Zamytskih [et al.] // 2022 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, SOSG 2022 - Conference Proceedings, Moscow, 15–17 марта 2022 года. – Moscow, 2022. – DOI 10.1109/IEEECONF53456.2022.9744358. – EDN QBGSSI.

9. Determination of Instant Social Risk for a Moving Vehicle / A. V. Zamytskih, S. V. Zhankaziev, V. V. Dronseiko [et al.] // 2022 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, SOSG 2022 - Conference Proceedings, Moscow, 15–17 марта 2022 года. – Moscow, 2022. – DOI 10.1109/IEEECONF53456.2022.9744346. – EDN IAKUAQ.

10. В Москве за год сократилось количество ДТП с участием такси. – URL: <https://tass.ru/obshchestvo/19882963> (дата обращения: 16.05.2024).

11. В 2022 году ДТП с участием автомобилей каршеринга стало меньше на 12%. – URL: https://transport.mos.ru/mostrans/all_news/113452 (дата обращения: 16.05.2024).

12. Число ДТП с участием автобусов частных перевозчиков снизилось на 26% в Москве в 2022 году. – URL: <https://tass.ru/moskva/15253717> (дата обращения: 16.05.2024).

13. Количество ДТП с участием автобусов коммерческих перевозчиков снизилось на 21% в январе-феврале. – URL: https://transport.mos.ru/mostrans/all_news/114024 (дата обращения: 16.05.2024).

14. «Через два-три года останется половина машин такси». – URL: <https://www.gazeta.ru/auto/2022/03/12/14620375.shtml> (дата обращения: 16.05.2024).

15. В России водители стали меньше ездить и реже чинить автомобили. – URL: <https://www.autonews.ru/news/6412e4609a7947748cb2a5bf> (дата обращения: 16.05.2024).
16. Среднегодовые пробеги. Рекомендации по расчету среднегодового пробега АМТС. – URL: <https://www.ocenchik.ru/docsi/2778-srednegodovye-probegi-raschet-probega.html> (дата обращения: 16.05.2024).
17. Ермаганбетов, А. С. Анализ состояния аварийности с участием автобусов за 2021 год / А. С. Ермаганбетов // Безопасность дорожного движения. – 2022. – № 1. – С. 11-20. – EDN YZLBAU.
18. Акт правительства Российской Федерации «Постановление Правительства РФ от 19 сентября 2020 г. N 1502 «Об утверждении Правил учета дорожно-транспортных происшествий, об изменении и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» от 19.09.2020 № 1502
19. Эксперты рассказали «СЗ», кто и почему падает в автобусах. – URL: <https://szaopressa.ru/kto-i-pochemu-padaet-v-avtobusah-rasskazali-v-gosavtoinspektsii-po-szao/> (дата обращения: 16.05.2024).
20. Ляхов, П. В. Анализ аварийности при перевозке пассажиров легковым такси в 2020 году / П. В. Ляхов, А. С. Ермаганбетов // Безопасность дорожного движения. – 2021. – № 4. – С. 36-44. – EDN VFHOTO.
21. Лахтина, Т. А. Проблемы правового обеспечения безопасности дорожного движения с учетом развития услуг каршеринга в России / Т. А. Лахтина, И. В. Фадеева, В. П. Куцык // Вестник экономической безопасности. – 2021. – № 3. – С. 206-211. – DOI 10.24412/2414-3995-2021-3-206-211. – EDN ADQVAC.
22. Халиуллина, Л. Г. Незаконный оборот учетно-регистрационных данных пользователей сервисов "Каршеринга" / Л. Г. Халиуллина // Государственная служба и кадры. – 2020. – № 2. – С. 126-130. – DOI 10.24411/2312-0444-2020-10086. – EDN KNBDUB.
23. ВСК: почти треть ДТП в Москве происходит из-за такси и каршеринга. – URL: <https://volga.news/article/683200.html> (дата обращения: 20.05.2024).

References

1. Klinkovshiteyn G.I., Afanas'yev M.B. *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya* (Organization of traffic), Moscow, Transport, 2001, 247 p.
2. Novizentsev V.V. *Povysheniye bezopasnosti dorozhnykh usloviy* (Increasing the safety of road conditions), Moscow, MADI, 2012, 139 p.
3. Mayboroda O.V. *Bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya*, 2022, no. 3, pp. 41-47.
4. Vrubeľ YU.A., Kapskiy D.V. *Opasnosti v dorozhnom dvizhenii* (Dangers in road traffic), Moscow, Novoye znaniye, 2013, 244 p.
5. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=LOmDziFzaiY> (14.05.2023).

6. Dronseyko V.V., Merkovich A.M., Zamytskikh A.V., Maksimych O.I. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin*, 2023, no. 3-1(82), pp. 86-92. DOI 10.33979/2073-7432-2023-3-1(82)-86-92.
7. Zhankaziyev S.V., Novizentsev V.V., Zamytskikh A.V., Gavriluk M.V. *Nauka i tekhnika v dorozhnoy otrasli*, 2022, no. 1, pp. 2-6.
8. Zhankaziev S.V., Gavriluk M.V., Zamytskikh A.V., Koveshnikov A.A., Zubkov A.A. *2022 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, SOSG 2022*, Conference Proceedings, Moscow, 2022. DOI 10.1109/IEEECONF53456.2022.9744358.
9. Zamytskikh A.V., Zhankaziev S.V., Dronseyko V.V., Shalagina E.A., Pletnev M.G. *2022 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, SOSG 2022*, Conference Proceedings, Moscow, 2022. DOI 10.1109/IEEECONF53456.2022.9744346.
10. URL: <https://tass.ru/obschestvo/19882963> (16.05.2024).
11. URL: https://transport.mos.ru/mostrans/all_news/113452 (16.05.2024).
12. URL: <https://tass.ru/moskva/15253717> (16.05.2024).
13. URL: https://transport.mos.ru/mostrans/all_news/114024 (16.05.2024).
14. URL: <https://www.gazeta.ru/auto/2022/03/12/14620375.shtml> (16.05.2024).
15. URL: <https://www.autonews.ru/news/6412e4609a7947748cb2a5bf> (16.05.2024).
16. URL: <https://www.ocenchik.ru/docs/2778-srednegodovye-probegi-raschet-probega.html> (16.05.2024).
17. Yermaganbetov A.S. *Bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya*, 2022, no. 1, pp. 11-20.
18. Ob utverzhdenii Pravil ucheta dorozhno-transportnykh proisshествiy, ob izmenenii i priznanii utrativshimi silu nekotorykh aktov Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii, Postanovleniye Pravitel'stva RF ot 19.09.2020, №1502 (On approval of the Rules for recording road traffic accidents, on amendments and invalidation of certain acts of the Government of the Russian Federation, 09.19.2020, No. 1502).
19. URL: <https://szaopressa.ru/kto-i-pochemu-padaet-v-avtobusah-rasskazali-v-gosavtoinspektsii-po-szao/> (16.05.2024).
20. Lyakhov P.V., Yermaganbetov A.S. *Bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya*, 2021, no. 4, pp. 36-44.
21. Lakhtina T.A., Fadeyeva I.V., Kutsyk V.P. *Vestnik ekonomicheskoy bezopasnosti*, 2021, no. 3, pp. 206-211. DOI 10.24412/2414-3995-2021-3-206-211.
22. Khaliullina L.G. *Gosudarstvennaya sluzhba i kadry*, 2020, no. 2, pp. 126-130. DOI 10.24411/2312-0444-2020-10086.
23. URL: <https://volga.news/article/683200.html> (20.05.2024).

Рецензент: С.Н. Сатышев, канд. техн. наук, доц., МАДИ

Информация об авторах

Дронсейко Виталий Витальевич, канд. техн. наук, доц., МАДИ.

Меркович Александр Михайлович, лаборант, МАДИ.

Саданова Дарья Александровна, специалист 2-й категории,

Департамент транспорта Москвы.

Information about the authors

Dronseyko Vitaly V., Candidate of Sciences (Technical), associate professor, MADI.

Merkovich Alexander M., laboratory assistant, MADI.

Sadanova Daria A., specialist of the 2nd category, Moscow Department of Transport.

Статья поступила в редакцию 20.05.2024; одобрена после рецензирования 25.06.2024; принята к публикации 26.06.2024.

The article was submitted 20.05.2024; approved after reviewing 25.06.2024; accepted for publication 26.06.2024.