

No. 17 dated February 11, 2013 «On the approval of the Requirements for the protection of information that does not constitute a state secret contained in state information systems»].

5. Prikaz FSTEK Rossii ot 18.02.2013 No. 21 «Ob utverzhdenii Sostava i sodержaniya organizatsionnykh i tekhnicheskikh mer po obespecheniyu bezopasnosti personal'nykh dannykh pri obrabotke v informatsionnykh sistemakh personal'nykh dannykh» [Order of the FSTEK of Russia No. 21 dated February 18, 2013 «On the approval of the Composition and content of organizational and technical measures to ensure the security of personal data during their processing in personal data information systems»].

6. Ukaz Prezidenta RF ot 16.08.2004 No. 1085 «Voprosy Federal'noi sluzhby po tekhnicheskomu i eksportnomu kontrol'yu». [The Decree of the President of the Russian Federation No. 1085 dated August 16, 2004 «Issues of the Federal Service for Technical and Export Control»].

7. Ukaz Prezidenta RF ot 11.08.2003 No. 960 «Voprosy Federal'noi sluzhby bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii». [The Decree of the President of the Russian Federation of 11.08.2003 No. 960 «Questions of the Federal Security Service of the Russian Federation»].

8. Metodicheskii dokument FSTEK Rossii ot 05.02.2021 «Metodika otsenki ugroz bezopasnosti informatsii» [The methodological document of the FSTEK of Russia dated February 05, 2021 «Methodology for assessing information security threats»].

9. Metodicheskii dokument FSTEK Rossii ot 14.02.2008 «Metodika opredeleniya aktual'nosti ugroz bezopasnosti personal'nykh dannykh pri ikh obrabotke v informatsionnykh sistemakh personal'nykh dannykh» [The methodological document of the FSTEK of Russia dated February 14, 2008 «Methodology for determining the relevance of threats to the security of personal data during their processing in personal data information systems»].

10. Bank Danykh Ugroz FSTEK Rossii [Threat Data Bank of the FSTEK of Russia] [Electronic media]. URL: <https://bdu.fstec.ru/threat> (Accessed: March 10, 2021).

11. Internet Archive Wayback Machine [Electronic media]. URL: <https://archive.org/web/> (Accessed: March 10, 2021).

12. Tsifrovaya ekonomika. Dinamika i perspektivy razvitiya IT-otrasli. Express-informatsiya ISIEZ NIU VSE [Digital economy. Dynamics and prospects of the IT industry development. Express information of the HSE ISSEK] [Electronic media]. URL: <https://issek.hse.ru/mirror/pubs/share/371960649.pdf> (Accessed: March 10, 2021).

13. Mukhanova A., Revnivykh A.V., Fedotov A.M. Klassifikatsiya ugroz i uyazvimostei informatsionnoi bezopasnosti v korporativnykh sistemakh [Classification of threats and vulnerabilities of information security in corporate systems]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Informatsionniye tekhnologii* [The bulletin of Novosibirsk State University. Series: Information Technologies], 2013. Vol. 11. No. 2. Pp. 55–72.

14. Mikov D.A. Analiz metodov i sredstv, ispol'zuemykh na razlichnykh etapakh otsenki riskov informatsionnoi bezopasnosti [Analysis of methods and tools used at various stages of information security risk assessment]. *Voprosy kiberbezopasnosti* [Cybersecurity issues], 2014. No. 4 (7). Pp. 49–54.

15. Malyuk A.A. Kadrovoe obespechenie informatsionnoi bezopasnosti [Personnel support of information security]. *Gosudarstvennaya sluzhba* [Public service], 2011. No. 5. Pp. 75–79.

16. Giarratano J., Riley G. Expert systems: principles and programming. Fourth edition. Course Technology, 2004. 288 p. (Russ. ed.: Dzharratano D., Raili G. Ekspertnye sistemy: printsipy razrabotki i programmirovaniye. Izd. 4-e, Vil'yams Publ., 2006.)

17. Daneev A.V., Zhigalov N.Yu., Shvartz-Zinder S.N. Ispolzovanie sistem intellektualnoi podderzhki prinyatiya reshenii pri provedenii diagnosticheskikh pozharno-tekhnicheskikh ekspertiz: monografiya [The use of intellectual decision support systems in conducting diagnostic fire and technical examinations: a monograph]. Irkutsk: The East Siberian Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia Publ., 2009. 144 p.

18. Daneev A.V., Vorob'ev A. A., Kumenko A. E., Lebedev D. M., Mastin A. B. Metodika formirovaniya kompleksa sredstv upravleniya slozhnoi organizatsionno-tekhnicheskoi sistemoi [Methods of forming a complex of management tools for a complex organizational and technical system]. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta* [The bulletin of Buryat State University], 2010. No. 9. Pp. 263–268.

Информация об авторах

Милько Дмитрий Сергеевич – аспирант кафедры информационных систем и защиты информации, Иркутский государственный университет путей сообщений, г. Иркутск, e-mail: dmitry.s.milko@gmail.com

Information about the authors

Dmitrii S. Mil'ko – Ph.D. student at the Subdepartment of Information Systems and Information Security, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: dmitry.s.milko@gmail.com

DOI 10.26731/1813-9108.2021.2(70).189-199

УДК 73.31.75 + 73.01.77 + 625.096

Системный анализ травматизма с участием детей на российских автомобильных дорогах

В. С. Асламова¹, **А. А. Минко¹**, **А. А. Асламов²**, **Е. А. Асламова³**

¹ *Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация*

² *Ангарский государственный технический университет, г. Ангарск, Российская Федерация*

³ *Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Российская Федерация*

✉ aslamovav@yandex.ru

Резюме

В статье выявлены значимые факторы и причины дорожно-транспортных происшествий (в том числе и с участием детей) на автомобильных дорогах России с применением онтологии предметной области обеспечения безопасности дорожного движения и системного анализа статистических данных Госавтоинспекции за 2019 и 2020 г. С использованием пакета Statgraphics Plus при обработке данных статистики с 2015 по 2020 г. получены регрессионные модели численности общих дорожно-транспортных происшествий, происшествий со смертельным исходом, детского смертельного травматизма в возрасте до 16 и 18 лет и суммарной численности травмированных (раненых и погибших) в дорожно-транспортных происшествиях с участием подростков в возрасте до 16 и до 18 лет на автодорогах общего пользования. Найденные модели удовлетворяют 96,4–98,8 % статистических данных, что позволяет их использовать для прогнозирования показателей травматизма. Выполнен сравнительный анализ показателей травматизма за 2019 и 2020 г. и получены градации причин возникновения дорожно-транспортных происшествий. Основные их причины – столкновение транспортных средств (42,51 %), наезд транспортного средства на пешехода (26,74 %) и на препятствие (5,78 %). Выявлено существенное снижение всех показателей травматизма в 2020 г. по сравнению с 2019 г., что, видимо, обусловлено особенностью этого года: существенными ограничениями для перемещений при пандемии, снижением интенсивности потоков автотранспорта, частичной интенсификацией профилактической работы, техническими и организационными мерами обеспечения безопасности движения.

Ключевые слова

безопасность дорожного движения, онтология предметной области, причины дорожно-транспортных происшествий, подростковый травматизм, коэффициент детерминации, регрессионная модель

Для цитирования

Асламова В. С. Системный анализ травматизма с участием детей на российских автомобильных дорогах / В. С. Асламова, А. А. Минко, А. А. Асламов, Е. А. Асламова // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2021. – № 2 (70). – С. 189–199. – DOI: 10.26731/1813-9108.2021.2(70).189-199

Информация о статье

поступила в редакцию: 27.02.2021, поступила после рецензирования: 23.03.2021, принята к публикации: 27.03.2021

System analysis of child injuries on the motor roads of Russia

V.S. Aslamova¹✉, A.A. Minko¹, A.A. Aslamov², E.A. Aslamova³

¹ Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

² Angarsk State Technical University, Angarsk, the Russian Federation

³ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, the Russian Federation

✉ aslamovav@yandex.ru

Abstract

This article identifies significant factors and causes of road traffic accidents (including those involving children) on the motor roads of Russia using the ontology of the subject area of providing road traffic safety and system analysis of the statistical data of the State Traffic Inspectorate for 2020 and 2019. When processing statistical data from 2015 to 2020, regression models of the number of general road traffic accidents, road traffic accidents with fatal outcomes, fatal injuries of children under the age of 16 and 18 years and the total number of injured (injuries and fatalities) in road traffic accidents with the participation of adolescents under 16 and under 18 years of age on public motor roads were obtained using Statgraphics Plus. The found models satisfy 96,4–98,8 % of statistical data, which allows them to be used in predicting injury rates. A comparative analysis of injury rates for 2019 and 2020 was carried out and gradations of the causes of road accidents were obtained. The main causes of road accidents were: collision of vehicles (42,51 %), vehicle hitting a pedestrian (26,74 %) and an obstacle (5,78 %). A significant decrease in all injury rates in 2020 compared to 2019 was revealed. This is apparently caused by the peculiarity of this year: significant restrictions for movement during the pandemic, a decrease in the intensity of traffic flows, partial intensification of preventive work, technical and organizational measures to ensure traffic safety.

Keywords

road traffic safety, subject area ontology, causes of road traffic accidents, adolescent injuries, coefficient of determination, regression model

For citation

Aslamova V. S., Minko A. A., Aslamov A. A., Aslamova E. A. Sistemnyi analiz travmatizma s uchastiem detei na rossiiskikh avtomobilnykh dorogakh [System analysis of child injuries on the motor roads of Russia]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2021, No. 2 (70), pp. 189–199. – DOI: 10.26731/1813-9108.2021.2(70).189–199

Article info

Received: 27.02.2021, Revised: 23.03.2021, Accepted: 27.03.2021

Введение

Специфика развития автомобильного транспорта России обусловлена не только высоким уровнем автомобилизации и аварийности, но и наращиванием рынка транспортных услуг, нормативной неопределенностью, а также субъективизмом и формализмом в работе контрольно-надзорной деятельности и организации работ по обеспечению безопасности дорожного движения (ОБДД) [1, 2].

В структуре техногенных чрезвычайных ситуаций (ТЧС) на дорожно-транспортные происшествия (ДТП) приходится львиная доля. Так, в 2019 г. в России произошло 202 ТЧС, из которых ДТП составили 58,91 % (119 случаев) с материальным ущербом 39,18 млн руб. [3]. Причем тяжесть последствий ДТП на автодорогах России (12–14 погибших на 100 пострадавших) превышает в 10 раз показатели Великобритании и Германии (1,2–1,4) [2].

Ситуация с подростковым ДТП остается достаточно сложной: рост числа погибших подростков отмечается практически в 28 субъектах РФ [4]. Неблагополучно в России и с ДТП с участием подростков в возрасте до 14 лет: численность ДТП, приходящаяся на 10 тыс. ед. автотранспорта, превышает в 30 раз аналогичный показатель Италии, в 20 раз показатели Германии и Франции, в 10 раз показатель Великобритании [5].

Цель работы заключается в выявлении значимых факторов и причин ДТП на основе онтологии предметной области ОБДД, системного анализа статистических данных Госавтоинспекции [8] за 2019 и 2020 г., а также разработке моделей прогноза показателей ДТП с помощью регрессионного анализа.

Онтология предметной области обеспечения безопасности дорожного движения

Система автодорожного движения крайне сложна и чрезвычайно опасна для здоровья человека. К

элементам системы относятся автодороги, транспортные средства (ТС), участники дорожного движения, а также их социальная, физическая и экономическая среда [6]. Актуальность применения системного подхода к анализу ДТП способствует рассмотрению организации безопасности дорожного движения (БДД) как системы, которая состоит из совокупности корреляционных элементов, обеспечивающих достижение цели при имеющихся ресурсах и связях с внешней средой [7]. Такой подход позволяет диагностировать причины ДТП, установить их взаимосвязи и взаимовлияние с предлагаемыми решениями по ОБДД, ранжировать методы ОБДД, выявить влияние внешней среды на БДД.

Онтология представляет собой формализованное описание знаний, которое в дальнейшем может быть обработано компьютером. Онтологии используются для категоризации, структуризации и интеграции знаний, поиска информации, в научных исследованиях, в системном анализе предметной области, в системах обучения, для создания баз знаний и т. п. [9, 10].

Для описания онтологии предметной области ОБДД в виде концептуальной карты (семантической сети) использована независимая платформа Star Tools [10]. Сама разработка онтологии предполагает системный анализ связей (отношений) между отдельными понятиями (концептами) предметной области [9, 10], выделение концептов, которые могут быть использованы для решения задач ОБДД.

В разработанной онтологии (рис. 1) используются следующие виды связи:

- атрибутивная связь «характеризуется», т. е. иметь значение или свойство [11];
- каузативная связь «влияет» – устанавливает соответствие между причиной и следствием;
- связь «включает» – означает принадлежность элемента классу;
- функциональная связь, которая задана глаго-

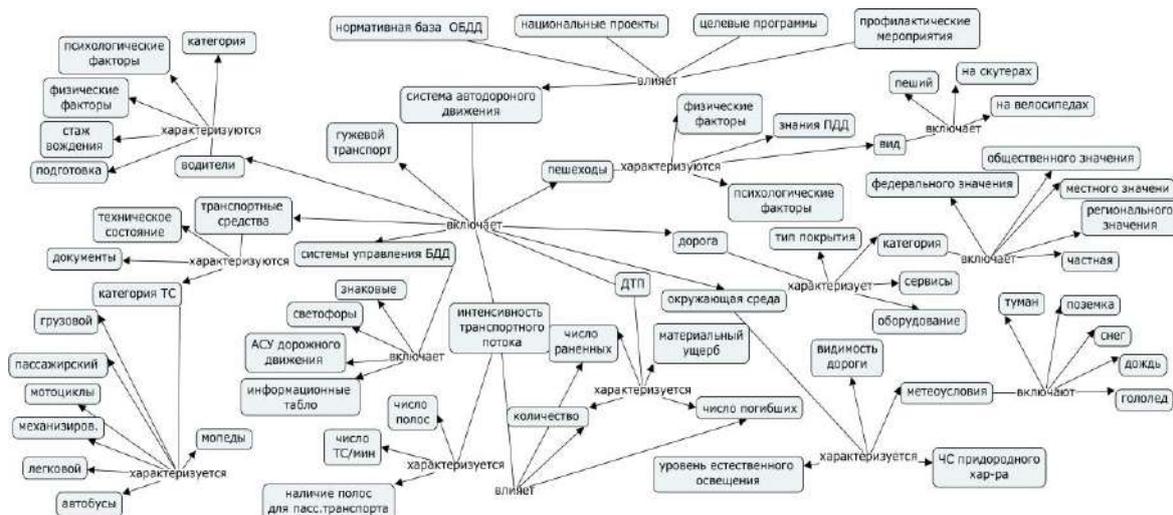


Рис. 1. Онтология предметной области организации безопасного дорожного движения

Fig. 1. Ontology of the subject area of the organization of safe road traffic

лом действия «формируют».

На численность и последствия ДТП влияют также водители, пешеходы, дорога, окружающая среда, национальные проекты, целевые программы, нормативные документы и профилактические мероприятия. К автоматизированной системе управления (АСУ) дорожным движением относятся радары и различные интернет-сервисы: маршрутизаторы, «Яндекс-пробки», навигационные системы. Так в [12] для ОБДД и повышения безопасности перевозок пассажиров предлагается внедрять на автопредприятия навигационную систему M2M-CityBus, которая будет следить за соблюдением водителем ТС скоростных режимов, визуализировать и отслеживать на мнемосхеме маршрут движения, контролировать время вождения, выполнение интервалов движения и его графика, позволять оперативно реагировать на ДТП.

Следует отметить невысокое качество автодорог в России, которое служит причиной почти каждого пятого ДТП [13]. Так, в 2019 г. в рейтинге оценки качества автодорог, составленном World Economic Forum (Всемирный экономический форум) Россия занимает 99-е место из 141 рассмотренных стран с показателем 3,5 points [14].

Корреляционный анализ факторов, влияющих на ДТП, выявил, что самое большое влияние на реализацию ДТП оказывает интенсивность автодорожного движения (коэффициент корреляции $r = -0,69$) [15].

Регрессионные модели показателей дорожно-транспортных происшествий в 2020 г.

Статистические данные [8] за 2015–2020 гг. обрабатывались в среде Statgraphics Plus. Вид модели регрессии определялся по максимальному значению коэффициента детерминации (R^2 , %), который указывает, какой процент данных статистики аппроксимируется найденной моделью. Оценка тесноты связи между зависимой и независимой переменными выполнялась по скорректированному коэффициенту детерминации ($R^2_{с}$, %). Для оценки точности модели использовали среднеквадратическую σ и абсолютную Δ ошибки. По критерию Дарбина – Уотсона (DW) устанавливали отсутствие автокорреляции в данных. За базовый был принят 2015 г.

Далее представлена динамика общей численности ДТП (d , тыс.) на автодорогах в рассматриваемом периоде времени (рис. 2), описываемая моделью регрессии (1):

$$d = 180,7 - 4,3(g - 2015) - 4 \cdot 10^{-9}(g - 2015)^{14}, \quad (1)$$

где g – номер текущего года.

Точки (см. рис. 1) – наблюдаемые данные, линия – уравнение регрессии. Критерии адекватности регрессии (1) указаны (табл. 1).

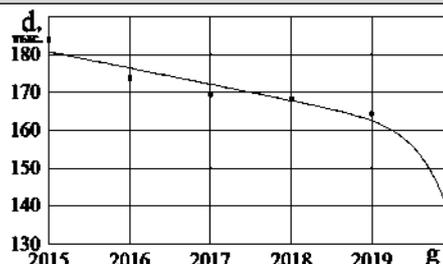


Рис. 2. Динамика общей численности дорожно-транспортных происшествий за 2015–2019 гг.

Fig. 2. Dynamics of the total number of road traffic accidents for 2015–2019

Видно, что численность ДТП уменьшается, но все еще остается достаточно большой (рис. 2).

Тенденция резкого снижения численности ДТП зафиксирована при обработке статистических данных уже за 9 мес. 2020 г. [16].

Динамика смертности в ДТП (d_c , тыс.) описывается регрессией (2) и дана на (рис. 3):

$$d_c = 22,9 - 2,4(g - 2014)^{0,8} + 0,2(g - 2014)^{1,3}. \quad (2)$$



Рис. 3. Динамика смертности в дорожно-транспортных происшествиях за 2015–2019 гг.

Fig. 3. Dynamics of mortality in road traffic accidents for 2015–2019

Значения критериев адекватности модели (2) достаточно высоки (табл. 1). Из (рис. 3) видно, что численность смертности в ДТП неуклонно уменьшается.

Суммарное количество травмированных (погибших и раненых) (S , тыс. чел.) в ДТП (рис. 4) аппроксимировано моделью (3):

$$S = 250,2 - 5,9(g - 2015) - 6 \cdot 10^{-9}(g - 2015)^{14}. \quad (3)$$

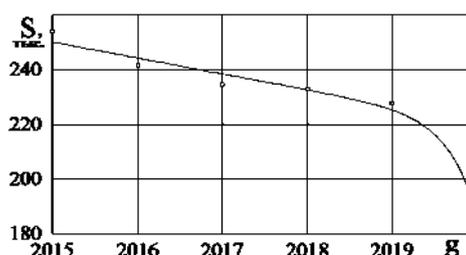


Рис. 4. Динамика травмированных в дорожно-транспортных происшествиях за 2015–2019 гг.

Fig. 4. Dynamics of the injured in road traffic accidents for 2015–2019

О достоверности модели (3) можно судить по значениям критериев (табл. 1).

Из (рис. 4) видно существенное уменьшение числа травмированных в 2020 г.

На (рис. 5) представлена динамика травмированных подростков в возрасте до 16 лет (S_{16} , тыс. чел.), аппроксимированная полиномиальной моделью (4):

$$S_{16} = 21,37 + 0,3(g - 2015) - 3 \cdot 10^{-9}(g - 2015)^{13}. \quad (4)$$

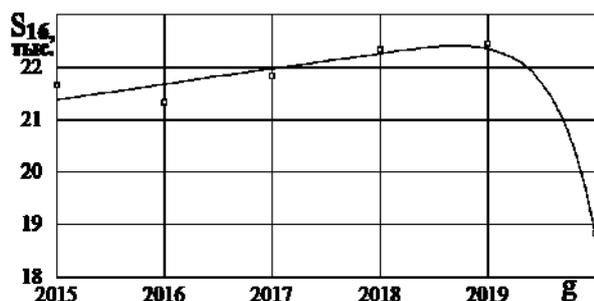


Рис. 5. Динамика травмированных подростков в возрасте до 16 лет за 2015–2019 гг.

Fig. 5. Dynamics of traumatized adolescents under the age of 16 for 2015–2019

Наибольшей величина S_{16} (22 449) была в 2019 г. (см. рис. 5). В 2020 г. она резко уменьшилась, но остается еще существенно высокой. Об адекватности модели (4) можно судить по значениям критериев (табл. 1).

Динамика численности травмированных подростков в возрасте до 18 лет S_{18} аппроксимирована полиномиальной моделью (5) (рис. 6):

$$S_{16} = 21,37 + 0,3(g - 2015) - 3 \cdot 10^{-9}(g - 2015)^{13}. \quad (5)$$

О достоверности модели можно судить по критериям (табл. 1).

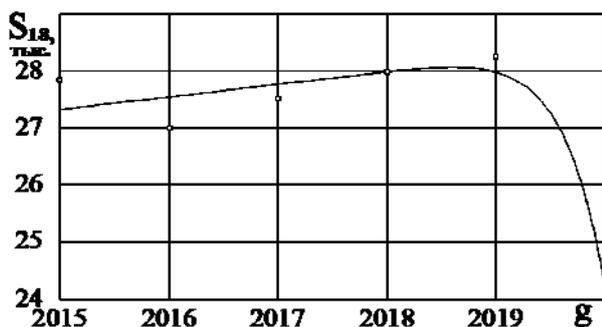


Рис. 6. Динамика травмированных подростков в возрасте до 18 лет за 2015–2019 гг.

Fig. 6. Dynamics of traumatized adolescents under the age of 18 for 2015–2019

Таблица 1. Критерии адекватности регрессионных моделей

Table 1. Criteria of the adequacy of regression models

Номер модели	$R^2, \%$	$R^2_c, \%$	DW	σ	Δ
1	2	3	4	5	6
(1)	97,89	96,48	1,77	3 118,06	1 830,47
1	2	3	4	5	6
(2)	98,82	98,03	2,00	376,0	245,51
(3)	98,13	96,89	1,70	4 011,13	2 360,61
(4)	97,37	95,62	2,15	278,88	156,18
(5)	96,43	94,05	2,98	23,86	14,79

Видно, что критерии $R^2, \%$ и $R^2_c, \%$ высоки, что позволяет их использовать для прогноза рассмотренных показателей ДТП (см. табл. 1).

Сравнительный анализ показателей травматизма и причин дорожно-транспортных происшествий

Статистический анализ данных [8] выполнялся с использованием MS Excel. За 2020 г. произошло 144 139 ДТП, аналогичный показатель прошлого года (АППГ) –12,3 %. Погибло в результате ДТП 16 023 чел. (АППГ= – 5,64 %), ранено 181 797 чел. (АППГ= – 13,79 %) (табл. 2), (рис. 7).

Таблица 2. Численность дорожно-транспортных происшествий, погибших и раненых по категориям пострадавших в 2019–2020 гг.

Table 2. The number of road traffic accidents, deaths and injuries by categories of victims in 2019–2020

Категория	Число дорожно-транспортных происшествий		Количество погибших		Количество раненых	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Водители	74913	69803	6990	7012	77114	70831
Велосипедисты	5 369	5 678	366	364	5036	5 333
Пассажиры	60640	52026	4606	4133	77114	67992
Пешеходы	48734	39724	3998	4432	33330	36979
Другие лица	539	479	72	75	428	470

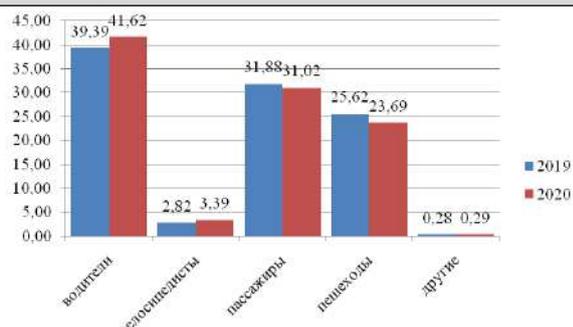


Рис. 7. Гистограмма численности дорожно-транспортных происшествий по категориям пострадавших за 2019–2020 гг.

Fig. 7. Histogram of the number of road traffic accidents by categories of victims for 2019–2020

Видно, что в 2020 г. в 41,62 % ДТП погибли водители, в 31,02 % ДТП – пассажиры, в 23,67 % ДТП – пешеходы (см. рис. 7).

На (рис. 8) показано распределение ДТП по дням недели.

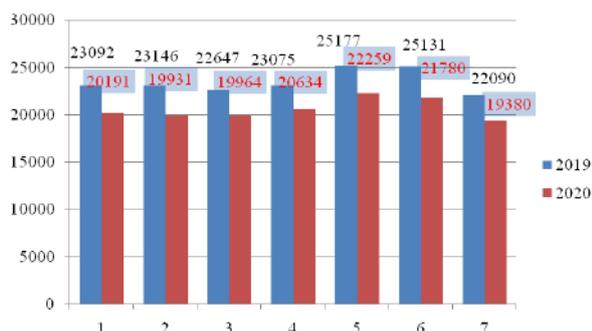


Рис. 8. Распределение дорожно-транспортных происшествий по дням недели в 2019–2020 гг.

Fig. 8. Distribution of road traffic accidents by days of the week in 2019–2020

Видно, что в 2019 и 2020 г. на пятницу и субботу приходится наибольшее количество ДТП.

На (рис. 9) показано распределение ДТП по времени суток.

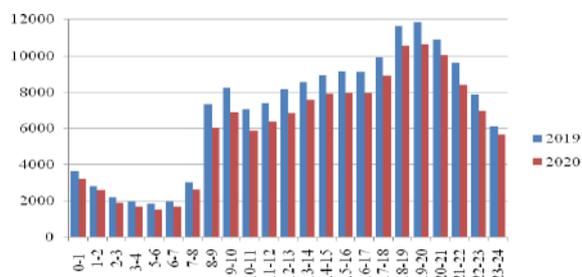


Рис. 9. Распределение дорожно-транспортных происшествий по времени суток в 2019–2020 гг.

Fig. 9. Distribution of road traffic accidents by time of day in 2019–2020

Видно, что максимальное количество ДТП (14,95 %) совершается с 18 до 20 ч. В темное время суток совершается 35 % ДТП, что свидетельствует о недостаточной освещенности автомобильных дорог.

На (рис. 10) представлена численность ДТП, причиной которых стало нарушение правил дорожного движения (ПДД) водителями.

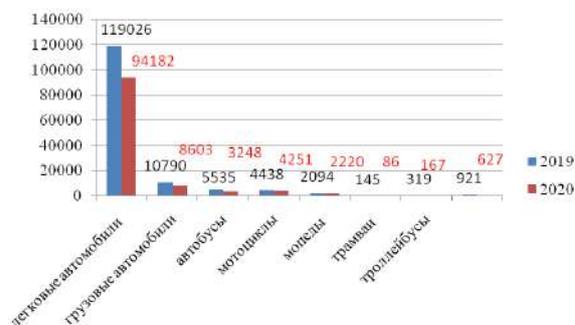


Рис. 10. Число дорожно-транспортных происшествий по причине нарушения правил дорожного движения водителями в 2019–2020 гг.

В (табл. 3) приведены сведения о водителях, которые в момент нарушения ПДД и реализации ДТП находились в состоянии алкогольного опьянения.

Таблица 3. Количество водителей, находящихся на момент дорожно-транспортного происшествия в состоянии алкогольного опьянения в 2019–2020 гг.

Table 3. The number of drivers who were intoxicated at the time of the road traffic accident in 2019–2020

Категория транспортного средства	Число дорожно-транспортных происшествий		Количество погибших		Количество раненых	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Легковой автомобиль	10439	12040	3456	3029	17158	15514
Грузовой автомобиль	348	423	138	88	543	447
Автобус	41	61	6	5	120	73
Мотоцикл	1 059	1 140	242	269	1 208	1 082
Трамвай	0	1	0	0	1	0
Троллейбус	1	0	0	0	0	1
Трактор	79	125	183	36	103	76

В 2020 г. процент пьяных водителей составил: на легковых автомобилях 11,08 % (АППГ = 9,57 %), на грузовых 4,05 % (АППГ = 3,03 %), на автобусах 1,26 % (АППГ = 14,54 %), на мотоциклах 24,91 % (АППГ = – 3,02 %), на тракторах 12,6 % (АППГ = – 7,15 %). В результате несознательности водителей погибло 3 427 чел., ранено 17 191 чел.

Зависимость численности ДТП от возраста водителей представлена на (рис. 11).

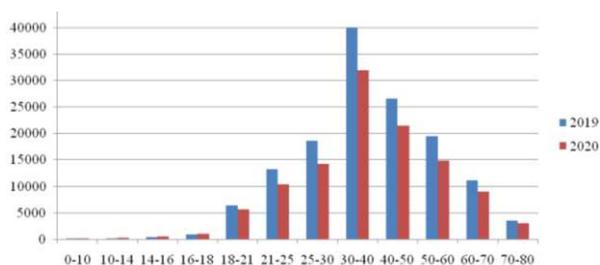


Рис. 11. Зависимость численности дорожно-транспортных происшествий от возраста водителей в 2019–2020 гг.

Fig. 11. Dependence of the number of road traffic accidents on the age of drivers in 2019–2020 гг.

По мнению автора [16], численность ДТП выше у водителей с малым стажем. Статистические данные (см. рис. 11) говорят об обратном: максимальное число ДТП приходится на возрастную группу 30–40 лет, что согласуется также с выводом работы [17].

На (рис. 12) показана зависимость численности ДТП от стажа управления ТС.

Резкое увеличение численности ДТП с ростом стажа более 15 лет можно объяснить возрастанием уверенности водителей в своем профессионализме.

Из-за нарушения ПДД водителями в 2020 г. произошло 88,51 % ДТП (АППГ = – 0,008 %). Поэтому при разработке профилактических мер по понижению ДТП, тяжести их последствий центральное внимание следует обращать на переподготовку (подготовку) водителей ТС и на контроль за выполнением ими ПДД.



Рис. 12. Зависимость численности дорожно-транспортных происшествий от стажа управления транспортным средством в 2019–2020 гг.

Fig. 12. Dependence of the number of road traffic accidents on the driving experience in 2019–2020

Распределение численности ДТП, произошедших из-за нарушения ПДД водителя, по дням недели показано на (рис. 13).

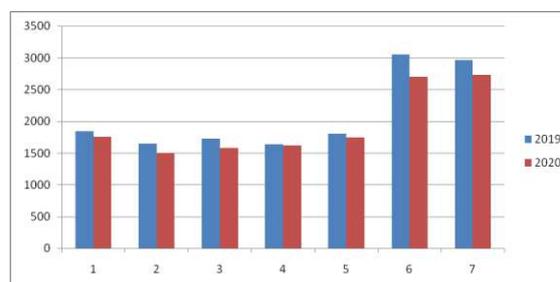


Рис. 13. Распределение численности дорожно-транспортных происшествий из-за нарушения правил дорожного движения водителями по дням недели в 2019–2020 гг.

Fig. 13. Distribution of the number of road traffic accidents due to traffic violations by drivers by day of the week in 2019–2020

Видно, чаще всего водители нарушают ПДД в субботу и воскресенье, возможно, из-за водителей, которые пользуются личным ТС преимущественно по выходным дням.

С места возникновения ДТП в 8,67 % случаях ТС скрывалось, в 1,84 % случаев скрывался только водитель ТС.

На (рис. 14) представлено распределение обстоятельств ДТП с пострадавшими пешеходами по различным причинам. Видно, что наезд ТС на пешеходов чаще происходит по вине водителей и на нерегулируемых пешеходных переходах. Преимущественно наезд ТС происходит в первой (73,60 %) и во второй (21,22 %) полосах движения. Реже страдают пешеходы по выходным дням. В городах и населенных пунктах ДТП преимущественно происходит на дорогах федерального и регионального значения.

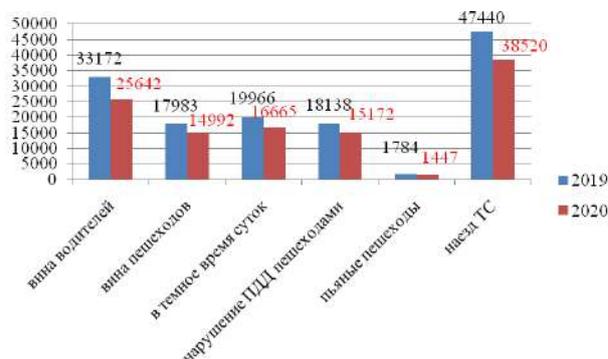


Рис. 14. Распределение причин реализации дорожно-транспортных происшествий с пострадавшими пешеходами в 2019–2020 гг.

Fig. 14. Distribution of reasons for the implementation of road accidents with injured pedestrians in 2019–2020

На (рис. 15) представлена гистограмма ДТП с участием подростков до 16 лет по обстоятельствам их реализации.

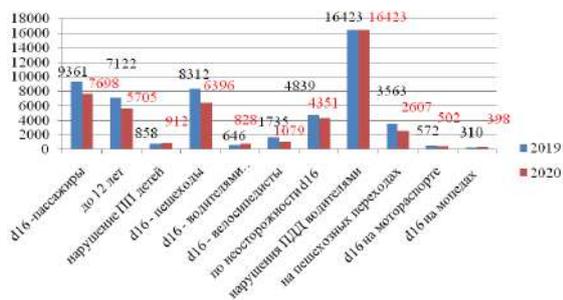


Рис. 15. Гистограмма дорожно-транспортных происшествий с участием подростков до 16 лет по обстоятельствам их реализации в 2019–2020 гг.
Fig. 15. Histogram of road accidents involving adolescents under 16 years of age according to the circumstances of their implementation in 2019–2020

Видно, что в основном ДТП с участием d_{16} происходит с детьми-пассажирами (46,48 %), причем 74,11 % детей имеют возраст не старше 12 лет. При перевозке детей-пассажиров (без удерживающих устройств и ремней безопасности) возникает 11,85 % ДТП.

С пешеходами до 16 лет возникает 38,6 % ДТП, из них 40,76 % ДТП реализуется на пешеходном переходе: с велосипедистами (66,09 %), с водителями механических ТС (5 %).

По собственной неосторожности детей до 16 лет происходит 26,27 % ДТП, из них 58,54 % с пешеходами, 24,8 % с велосипедистами, 13,4 % с водителями механических ТС.

Подверженность детей-пешеходов к ДТП обусловлена их незнанием ПДД, дорожных знаков и разметок дорог. Они не способны адекватно оценить дорожную обстановку. Некоторые подростки не подчиняются сигналам светофора, играют на проезжей части, переходят дорогу в ненадлежащем месте [19, 20].

Вследствие нарушения водителями ПДД происходит 79,03 % ДТП с d_{16} , 81,21 % с участием d_{18} .

Распределение ДТП по видам представлено на (рис. 16).

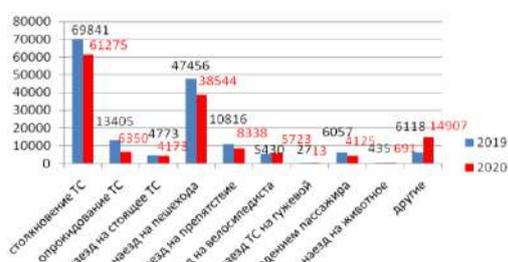


Рис. 16. Распределение дорожно-транспортных происшествий по видам в 2019–2020 гг.
Fig. 16. Distribution of road traffic accidents by type in 2019–2020

Градация причин ДТП (%) от численности ДТП в 2020 г.:

– столкновение ТС (42,51 %) (следует отметить, что по этой причине наибольшее число погибших и раненых в ДТП);

- наезд ТС на пешехода (26,74 %);
- наезд ТС на препятствие (5,78 %);
- опрокидывание ТС (4,41 %);
- наезд ТС на велосипедистов (3,97 %);
- наезд на стоящее ТС (2,90 %);
- с падением пассажиров (2,86 %);
- наезд ТС на животное (0,48 %);
- наезд ТС на гужевой транспорт (0,01 %);
- другие (10,34 %).

Представленная градация причин полностью согласуется с данными работы [17]. Две первые причины согласуются с данными работы [18].

Из-за нарушения обязательных требований, которые предъявляются к эксплуатации дорог, происходит 34,63 % от всех ДТП. Численность ДТП из-за неудовлетворительных дорожных условий (НДУ) представлена на (рис. 17).

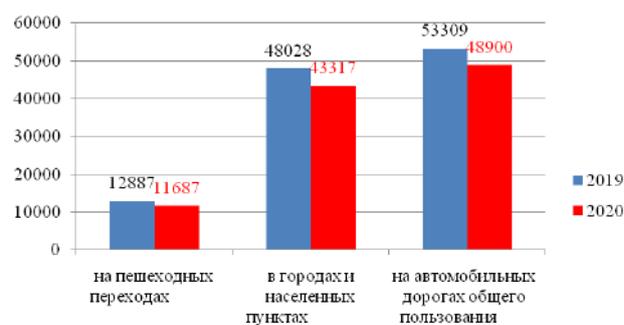


Рис. 17. Численность дорожно-транспортных происшествий из-за неудовлетворительных дорожных условий в 2019–2020 гг.

Fig. 17. Number of road traffic accidents due to unsatisfactory road conditions in 2019–2020

НДУ стали причиной 86,78 % ДТП в населенных пунктах и городах, а НДУ на пешеходных переходах послужили причиной 23,41 % ДТП. На автодорогах общего пользования из-за НДУ возникло 33,93 % ДТП.

На (рис. 18) приведено распределение численности ДТП по поселениям: 1 – города федерального значения; 2 – столицы субъектов РФ; 3 – городские округа; 4 – центры муниципальных районов; 5 – городские поселения; 6 – центры сельских поселений; 7 – села.

В столицах субъектов РФ произошло 39,25 % ДТП и наибольшее число раненых 48 632 чел., в городских округах – 15,67 % ДТП, в городах федерального значения – 11,89 %, в других городских поселениях – 4,63 %, в административных центрах сел – 3,35 %, в других сельских поселениях – 14,25 % и наибольшее число погибших 2 121 чел.

Таблица 4. Показатели дорожно-транспортных происшествий для транспорта общего пользования
Table 4. Rates of road traffic accidents for public transport

Вид транспортного средства	Число дорожно-транспортных происшествий	Аналогичный показатель прошлого года, %	Количество погибших	Аналогичный показатель прошлого года, %	Количество раненых	Аналогичный показатель прошлого года, %
Автобус	4688	-24,78	270	-11,0	6866	-26,33
Автобус по заказу	45	-4,17	4	-18,2	84	-9,29
Пригородный автобус	482	-23,79	75	62,61	804	-31,61
Пригородный автобус (заказ)	30	5,26	7	-18,2	68	-13,02
Междугородный регулярный рейс	261	-33,05	57	-2,17	660	-19,11
Троллейбус	520	-36,38	18	4,47	611	-38,41
Трамвай	341	-36,43	20	-3,18	377	-41,8

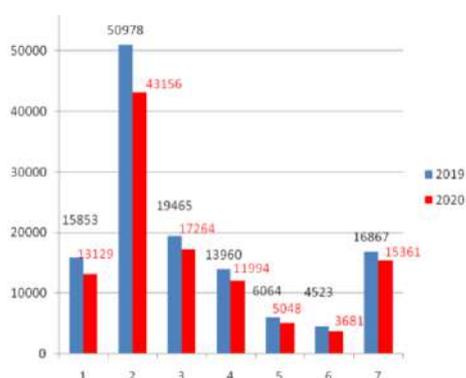


Рис. 18. Распределение численности дорожно-транспортных происшествий по различным видам поселений в 2019–2020 гг.

Fig. 18. Distribution of the number of road traffic accidents by different types of settlements in 2019–2020

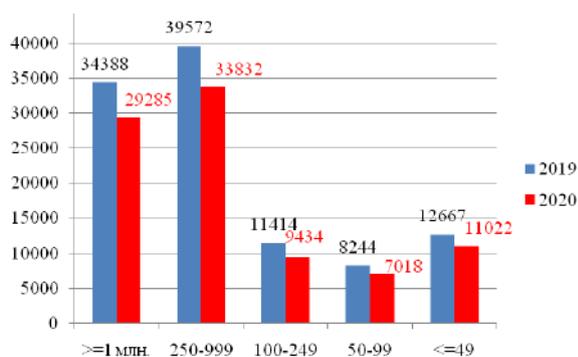


Рис. 19. Зависимость численности дорожно-транспортных происшествий от количества жителей городов в 2019–2020 гг.

Fig. 19. Dependence of the number of road traffic accidents on the number of urban residents in 2019–2020

На (рис. 19) представлена зависимость численности ДТП от количества жителей городов.

Чаще всего из транспорта общего пользования в ДТП попадают автобусы. Там же отмечается наибольшее количество раненых и погибших пассажиров, водителей и других участников движения. Среди электрического транспорта ДТП чаще происходят с троллейбусами, чем с трамваями. В 2020 г. существенно возросло число погибших в результате ДТП в пригородных автобусах (АППГ = 62,61) (табл. 4).

Заключение

Уровень подросткового травматизма – острая проблема для России, так как число ДТП с участием детей в возрасте до 14 лет, которое приходится на 10 тыс. ед. ТС, превышает аналогичный показатель Италии в 30 раз, Германии и Франции – в 20 раз, Великобритании – 10 раз [22].

Полученные уравнения регрессии для ДТП с участием подростков характеризуются высокими показателями достоверности и могут быть использованы для прогноза показателей.

Наблюдаемое резкое снижение всех показателей ДТП в 2020 г., по-видимому, связано со значительными ограничениями в перемещении участников движения из-за пандемии, а также понижением интенсивности автотранспортных потоков.

Список литературы

- Гусельников Ю.А. Проблемы контроля обеспечения безопасности дорожного движения в субъектах транспортной деятельности // Вестник Курганского государственного университета. 2015. № 3. С. 70–82.
- Гусельников Ю.А., Борщенко Я.А. Решение проблем организационно-нормативного обеспечения безопасности дорожного движения // Известия Тульского государственного университета. 2015. Вып. 6. Ч. 1. С. 3–11.

3. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2019 г. : государственный доклад. М. : МЧС России; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2020. 259 с.
4. О состоянии защиты населения и территорий РФ от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2018 году : государственный доклад. М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2019. 344 с.
5. Причины детского травматизма [Электронный ресурс]. URL: https://dshiharp.yam.muzkult.ru/media/2018/09/24/1220310094/detskiy_trvmatizm.pdf (дата обращения 13.01.2021).
6. Фаттахов Т.А. Дорожно-транспортный травматизм в России и его факторы // Социальные аспекты здоровья населения: электрон. науч. журнал. 2015. С. 1–18. URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/695/30/>.
7. Карева В.В., Карева Д.А. Системный подход к проведению профилактической работы по снижению детского дорожно-транспортного травматизма // Автомобильный транспорт Дальнего востока. 2018. № 1. С. 143–148.
8. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения: сайт Госавтоинспекции. URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения 21.12.2020).
9. Лапшин В.А. Онтология в компьютерных системах. М.: Изд-во: Научный мир, 2010. 224 с.
10. Муромцев Д.И. Концептуальное моделирование знаний в системе Concept Map. СПб: СПб ГУ ИТМО, 2009. 83 с.
11. Микони С.В. Формализованный подход к установлению связи и роли понятий // Труды XXI Международной объединенной конференции «Интернет и современное общество, IMS-2018. СПб. 30.05-2.06.2018: Сборник научных статей. СПб.: Университет ИТМО, 2018. С. 77–86.
12. Попова И.М., Данилов И.К., Попова Е.А. Навигационные системы как средство повышения безопасности перевозок на пассажирских автопредприятиях // Вестник ХНАДУ. 2013. Вып. 61-62. С. 284–288.
13. Веселов В.Н. Влияние технического уровня и эксплуатационного состояния автомобильных дорог на уровень аварийности // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2012. № 1. С. 22–26.
14. Качество дорог – Классация стран [Электронный ресурс]. URL: https://ru.theglobaleconomy.com/rankings/roads_quality/#Russia (дата обращения 22.02.2021).
15. Катасонов М.В., Лескин А.И., Кочетков А.В., Сыроежкина М.А., Щеголева Н.В., Задворнов В.Ю. Математическая модель прогнозирования аварийности дорожного движения на сети автомобильных дорог и в местах концентрации дорожно-транспортных происшествий // Интернет-журнал «Науковедение». 2017. Т. 9. № 1. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/33TVN117.pdf> (дата обращения 20.01.2021).
16. Асламова В.С., Минко А.А., Асламов А.А. Регрессионные модели травматизма на автомобильных дорогах России // Образование – Наука – Производство: матер. IV Всероссийской науч.-практ. конф., 24 декабря 2020 г. Чита : ЗаБИЖТ, ИрГУПС, 2020. Т. 2. С. 109–113.
17. Рябоконеко К.Р. Анализ зависимости возраста и стажа водителя на безопасное управление автомобилем // Логистика — евразийский мост: материалы 10-й междунар. научн.-практ. конф. Красноярск, 2015. С. 537–541.
18. Короткий А.А., Бахтеев О.А. Дорожно-транспортные происшествия: основные причины, анализ аварийности, методы снижения // Безопасность техногенных и природных систем. 2019. Т. 2. С. 50–55.
19. Григоров П.П., Шкрабак Р.В. Характеристика транспортных происшествий на дорогах страны в 2015 году и пути их профилактики // Техносферная безопасность. 2017. № 3 (39). С. 79–85.
20. Колесников Р.В. Состояние, особенности и основные показатели дорожно-транспортных преступлений, совершаемых несовершеннолетними // Вестник Воронежского института МВД России. 2019. № 1. С. 151–158.
21. Причины детского травматизма [Электронный ресурс]. URL: https://dshiharp.yam.muzkult.ru/media/2018/09/24/1220310094/detskiy_trvmatizm.pdf (дата обращения 13.01.2021).

References

1. Gusel'nikov Yu.A. Problemy kontrolya obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya v sub"ektakh transportnoi deyatel'nosti [Solving the problems of organizational and regulatory road safety] Vestnik Kurganskogo gosudarstvennogo universiteta [The bulletin of Kurgan State University], 2015. No 3. Pp. 70–82.
2. Gusel'nikov Yu.A., Borshchenko Ya.A. Reshenie problem organizatsionno-normativnogo obes-pecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [Solving the problems of organizational and regulatory road safety]. Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta [The bulletin of Tula State University]. 2015. Vol. 6. Part. 1. Pp. 3–11.
3. O sostoyanii zashchity naseleniya i territorii Rossiiskoi Federatsii ot chrezvychainykh situatsii prirodnogo i tekhnogen-nogo charaktera v 2019 g.: gosudarstvennyi doklad [On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2019: a state report]. Moscow: EMERCOM of Russia; FGBU VNIIGochS (FC) Publ., 2020. 259 p.
4. O sostoyanii zashchity naseleniya i territorii Rossiiskoi Federatsii ot chrezvychainykh situatsii prirodnogo i tekhnogen-nogo Charaktera v 2018 g.: gosudarstvennyi doklad [On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2018: a state report.]. Moscow: EMERCOM of Russia; FGBU VNIIGochS (FTs) Publ., 2020. 342 p.
5. Prichiny detskogo travmatizma [Reasons for child injuries] [Electronic media]. URL: https://dshiharp.yam.muzkult.ru/media/2018/09/24/1220310094/detskiy_trvmatizm.pdf (Accessed: January 13, 2021).
6. Fattakhov T.A. Dorozhno-transportnyi travmatizm v Rossii i ego faktory [Road traffic injuries in Russia and its factors]. Social'nye aspekty zdorov'ya naseleniya: elektron. nauchn. zhurnal [Social aspects of population health: an electron. sci. journal], 2015. Pp. 1–18 [Electronic media]. URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/695/30/>.

7. Kareva V.V., Kareva D.A. Sistemyi podkhod k provedeniyu profilakticheskoi raboty po snizheniyu detskogo dorozhno-transportnogo travmatizma [A systematic approach to preventive work to reduce child road traffic injuries]. *Avtomobil'nyi transport Dal'nego vostoka* [Automobile transport of the Far East], 2018. No. 1. Pp. 143–148.
8. Svedeniya o pokazatelyakh sostoyaniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya: sait Gosavtoinspektsii [Information about the indicators of the road safety state: the web site of the State traffic inspectorate] [Electronic media]. URL: <http://stat.gibdd.ru/> (Accessed: December 21, 2020).
9. Lapshin V.A. Ontologiya v komp'yuternykh sistemakh [Ontology in computer systems]. Moscow: Nauchnyi mir Publ., 2010. 224 p.
10. Muromtsev D.I. Konceptual'noe modelirovanie znaniy v sisteme Concept Map [Conceptual modeling of knowledge in the Concept Map system]. St. Petersburg: SPb GU ITMO Publ., 2009. 83 p.
11. Mikoni S.V. Formalizovannyi podkhod k ustanovleniyu svyazi i roli ponyatii [A formalized approach to linking and the role of concepts]. *Trudy XXI Mezhdunarodnoi ob"edinennoi konferentsii «Internet i sovremennoe obshchestvo, IMS-2018. SPb. 30.05-2.06.2018: Sbornik nauchnykh statei* [Proceedings of the XXI International Joint Conference “Internet and Contemporary Society, IMS-2018. SPb. 30.05-2.06.2018: a collection of scientific articles]. St.Petersburg: The ITMO University Publ., 2018. Pp. 77–86.
12. Popova I.M., Danilov I.K., Popova E.A. Navigatsionnye sistemy kak sredstvo povysheniya bezopasnosti perevozok na passazhirskikh avtopredpriyatiyakh [Navigation systems as a means of increasing the safety of transportation in passenger car companies]. *Vestnik KhNADU* [KhNADU Bulletin]. 2013. Vol. 61-62. Pp. 284–288.
13. Veselov V.N. Vliyaniye tekhnicheskogo urovnya i ekspluatatsionnogo sostoyaniya avtomobil'nykh dorog na uroven' avariinosti [Influence of the technical level and operational condition of highways on the accident rate]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [The bulletin of Astrakhan State Technical University], 2012. No. 1. Pp. 22–26.
14. Kachestvo dorog – Klassatsiya stran [Quality of roads – Classifying of countries]. [Electronic media]. URL: https://ru.theglobaleconomy.com/rankings/roads_quality/#Russia (Accessed: February 22, 2021).
15. Katasonov M.V., Leskin A.I., Kochetkov A.V., Syrozhekina M.A., Shchegoleva N.V., Zadvornov V.Yu. Matematicheskaya model' prognozirovaniya avariinosti dorozhnogo dvizheniya na seti avtomobil'nykh dorog i v mestakh kontsentratsii dorozhno-transportnykh proisshestvii [Mathematical model of predicting traffic accidents on the road network and in places of concentration of road traffic accidents] *Internet-zhurnal «Naukovedenie»* [Internet magazine “Science Studies”], 2017. Vol. 9. No. 1 [Electronic media]. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/33TVN117.pdf> (Accessed: January 20, 2021).
16. Aslamova V.S., Minko A.A., Aslamov A.A. Regressionnye modeli travmatizma na avtomobil'nykh dorogakh Rossii [Regression models of injuries on the roads of Russia]. *Obrazovanie – Nauka – Proizvodstvo: mater. IV Vserossiiskoi nauch.-prakt. konf., 24 dekabrya 2020 g.* [Education – Science – Manufacturing: mater. of IV All-Russian scientific and practical conf., December 24, 2020]. Chita: ZabIZhT, IrGUPS Publ., 2020. Vol. 2. Pp. 109–113.
17. Ryabokononko K.R. Analiz zavisimosti vozrasta i stazha voditelya na bezopasnoe upravlenie avtomobilem [Analysis of the dependence of the driver's age on the safe driving]. *Logistika — evraziiskii most: materialy 10-i mezhdunar. nauchn.-prakt. konf.* [Logistics is the Eurasian Bridge: materials of the 10th Intern. scientific and practical conf.]. Krasnoyarsk, 2015. Pp. 537–541.
18. Korotkii A.A., Bakhteev O.A. Dorozhno-transportnye proisshestviya: osnovnye prichiny, analiz avariinosti, metody snizheniya [Road traffic accidents: main causes, accident analysis, mitigation methods]. *Bezopasnost' tekhnogennykh i prirodnykh sistem* [Safety of technogenic and natural systems], 2019. Vol. 2. Pp. 50–55.
19. Grigorov P.P., Shkrabak R.V. Charakteristika transportnykh proisshestvii na dorogakh strany v 2015 godu i puti ih profilaktiki [Characteristics of traffic accidents on the roads of the country in 2015 and ways of their prevention]. *Tekhnosfernaya bezopasnost'*. [Technosphere safety], 2017. No. 3 (39). Pp. 79–85.
20. Kolesnikov R.V. Sostoyaniye, osobennosti i osnovnye pokazateli dorozhno-transportnykh prestuplenii, sovershaemykh nesovershennoletnimi [State, features and main indicators of road traffic crimes committed by minors]. *Vestnik Voronezhskogo instituta MVD Rossii*. [The bulletin of the Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia], 2019. No.1. Pp. 151–158.
21. Prichiny detskogo travmatizma [Reasons of child injury] [Electronic media]. URL: https://dshif.Charp.yam.muzkult.ru/media/2018/09/24/1220310094/detskiy_trvmatizm.pdf (Accessed: January 13, 2021).

Информация об авторах

Асламова Вера Сергеевна – д-р техн. наук, профессор, кафедра техносферной безопасности, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: aslamovav@yandex.ru

Минко Анна Андреевна – магистрант, Иркутский государственный университет путей сообщения, e-mail: anuyaminko@mail.ru

Асламов Александр Анатольевич – канд. техн. наук, доцент, кафедра машин и аппаратов химических производств, Ангарский государственный технический университет, г. Ангарск, e-mail: aaa_mx@angtu.ru

Асламова Елизавета Александровна – ассистент, кафедра бизнес-информатики и моделирования процессов, Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, e-mail: Liza.Ocean@mail.ru

Information about the authors

Vera S. Aslamova – Doctor of Engineering Science, Professor, The Subdepartment of Technosphere Safety, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: aslamovav@yandex.ru

Anna A. Minko – Master's student, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: anuyaminko@mail.ru

Aleksandr A. Aslamov – Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, The Subdepartment of Machines and Devices of Chemical Production, Angarsk State Technical University, e-mail: aaa_mx@angtu.ru

Elizaveta A. Aslamova – assistant, the Subdepartment of Business Informatics and Modeling of Business Processes, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, e-mail: Liza.Ocean@mail.ru