

УДК 656.08

<https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-2-224-235><https://elibrary.ru/OOKGPG>

Научная статья



## ФАКТОРЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С ОСОБО ТЯЖКИМИ ПОСЛЕДСТВИЯМИ

Е. В. Печатнова<sup>1\*</sup>, В. Н. Кузнецов<sup>2</sup><sup>1</sup>Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»  
г. Барнаул, Россия<sup>2</sup>Алтайский государственный аграрный университет,  
г. Барнаул, Россия<http://orcid.org/0000-0001-9182-2365>, [phukcia@yandex.ru](mailto:phukcia@yandex.ru)<http://orcid.org/0000-0002-4338-971X>, [kusnezow-vn@yandex.ru](mailto:kusnezow-vn@yandex.ru)  
\*ответственный автор

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Основной государственной целью в области обеспечения безопасности дорожного движения является сокращение числа погибших в ДТП и стремление к нулевой смертности к 2030 г. Одним из вариантов ее достижения является предупреждение ДТП с особо тяжкими последствиями. Основой эффективной системы их предупреждения является анализ основных факторов возникновения таких ДТП. Обзор научной литературы показывает недостаток знаний в этой области.

**Материалы и методы.** Исследование выполнено на основе выборки ДТП с особо тяжкими последствиями, которые были зафиксированы на территории Сибирского федерального округа в период с 2017 по 2020 г. Анализировались следующие параметры: количество погибших и пострадавших, вид ДТП, период суток, день недели, месяц года, состояние погоды и проезжей части. Исследование основано на многомерном частотном распределении. Расчеты и графики выполнены с помощью MS Excel и Statistica.

**Выводы.** Результаты представлены графически, в виде двух- и трехмерных гистограмм, а также с помощью таблиц сопряженности. Анализ структуры аварийности с особо тяжкими последствиями позволил выделить две группы ДТП, различающихся между собой по количеству раненых и погибших. Определена роль анализируемых факторов в рамках аварий с особо тяжкими последствиями.

**Практическое значение.** Новые знания о влиянии выделенных факторов на частоту возникновения ДТП с особо тяжкими последствиями позволят ответственным службам более эффективно планировать мероприятия по предупреждению таких аварий, а также реагировать на них, предупреждая тем самым увеличение числа летальных исходов.

**Оригинальность.** В исследовании впервые определены и обоснованы две группы ДТП с особо тяжкими последствиями, выявлено, что ряд факторов оказывает различное влияние на распределение аварий этих групп. Также получены новые знания относительно факторов возникновения ДТП с особо тяжкими последствиями.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** безопасность дорожного движения (БДД), дорожно-транспортные происшествия (ДТП), ДТП с особо тяжкими последствиями, тяжесть аварий, факторы аварийности, чрезвычайные ситуации на транспорте, ДТП–ЧС, распределение ДТП во времени.

**БЛАГОДАРНОСТИ.** Авторы выражают благодарность редакции журнала «Вестник СибАДИ» и рецензентам статьи.

Статья поступила в редакцию 23.02.2022; одобрена после рецензирования 04.04.2022; принята к публикации 12.04.2022.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

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

Для цитирования: Печатнова Е. В., Кузнецов В. Н. Факторы возникновения дорожно-транспортных происшествий с особо тяжкими последствиями // Вестник СибАДИ. 2022. Т.19, № 2(84). С. 224-235. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-2-224-235>

© Печатнова Е. В., Кузнецов В. Н., 2022

Контент доступен под лицензией  
Creative Commons Attribution 4.0 License.

<https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-2-224-235>

<https://elibrary.ru/OOKGPG>

Original article

## FACTORS CAUSING ROAD TRAFFIC ACCIDENTS WITH PARTICULARLY SERIOUS CONSEQUENCES

Elena V. Pechatnova<sup>1\*</sup>, Vasily N. Kuznetsov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Polzunov Altai State Technical University,  
Barnaul, Russia

<sup>2</sup> Altai State Agricultural University,  
Barnaul, Russia

<http://orcid.org/0000-0001-9182-2365>, [phukcia@yandex.ru](mailto:phukcia@yandex.ru)

<http://orcid.org/0000-0002-4338-971X>, [kusnezow-vn@yandex.ru](mailto:kusnezow-vn@yandex.ru)

\*corresponding author

### ABSTRACT

**Introduction.** Reducing the number of road traffic fatalities and aiming for zero deaths by 2030 is a key road safety government goal. The prevention of especially serious road accidents is one of the elements of achieving this goal. Analysis of the main factors contributing to the especially serious road accidents occurrence is the basis of an effective system for their prevention. A review of the scientific literature reveals a lack of knowledge in this area.

**Materials and methods.** The study was performed on the basis of especially serious road accidents sample. The accidents that occurred in the regions of the Siberian Federal District in the period from 2017 to 2020 were analyzed. The following parameters were analyzed: the number of dead and injured, the type of accident, the period of the day, the day of the week, the month of the year, the weather conditions and the condition of roadway. The study is based on a multidimensional frequency distribution. The calculations and graphs were made using MS Excel and Statistica.

**Results.** The results are presented using 2D and 3D histograms and cross tables. An analysis of the especially serious road accidents structure made it possible to distinguish two groups of accidents that differ in the number of the injured and dead. The influence of the analysed factors contributing to the especially serious road accidents occurrence is determined.

**Practical importance.** Knowledge of the factors influence on the frequency of especially serious road accidents occurrence will allow public services to effectively plan measures to prevent such accidents and respond to them. This will reduce the number of road accidents deaths.

**Originality.** Two groups of road accidents with especially serious consequences are identified and substantiated. It was found that the factors have different effects on the distribution of accidents in these groups. The study contains new knowledge of the factors contributing to the especially serious road accidents occurrence.

**KEYWORDS:** road safety (RTS), road traffic accidents (RTA), especially serious road accidents, severity of accidents, accident factors, emergency situations in transport, emergency road accidents, distribution of road accidents in time.

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

The article was submitted 23.02.2022; approved after reviewing 04.04.2022; accepted for publication 12.04.2022.

The authors have read and approved the final manuscript.

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

*For citation:* Pechatnova Elena V., Kuznetsov Vasily N. Factors causing road traffic accidents with particularly serious consequence. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2022; 19 (2): 224-235. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2022-19-2-224-235>

© Pechatnova E. V., Kuznetsov V. N., 2022



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

## ВВЕДЕНИЕ

Безопасность дорожного движения (БДД) является одним из приоритетов государственной политики на мировом уровне [1, 2, 3]. Резолюцией Генеральной ассамблеи ООН «Повышение безопасности дорожного движения во всем мире»<sup>1</sup> период с 2021 по 2030 г. определен как «второе десятилетие действий по обеспечению безопасности дорожного движения» и на это время поставлена цель по сокращению числа погибших и раненых в ДТП не менее чем на 50%. Задача является достаточно амбициозной и требует от правительств государств активных усилий по борьбе с дорожно-транспортной аварийностью [4].

Страны различным образом выполняют задачи по снижению уровня дорожно-транспортной аварийности [5]. В России основой для планирования действий по повышению БДД является Стратегия безопасности дорожного движения в России на 2018–2024 годы<sup>2</sup>. Долгосрочной национальной целью является «стремление к нулевой смертности в ДТП к 2030 г.», что соответствует мировым приоритетам. При этом показатели дорожно-транспортной аварийности в России продолжают оставаться высокими в сравнении с большинством стран Европейского региона ВОЗ, а тенденции их снижения не позволяют достичь заявленных целей. Для существенного повышения уровня безопасности движения разработка и планирование мероприятий по предупреждению ДТП должны основываться на системном научном подходе, включающем в себя детальные исследования причин и приоритетных факторов дорожно-транспортной аварийности [6, 7, 8, 9].

ДТП различаются по видам и степени тяжести последствий, и каждому типу аварии способствуют свои причины и факторы. Исследование и моделирование этих связей позволит

в дальнейшем разработать эффективную систему предупреждения ДТП.

В соответствии с принципом Парето, который применительно к обеспечению безопасности дорожного движения можно сформулировать как «20% усилий по снижению дорожно-транспортной аварийности позволят снизить ее показатели на 80%», для достижения значительных результатов в краткие сроки необходимо уделить внимание наиболее проблемным зонам. Учитывая мировые и национальные цели по снижению числа погибших, необходимо исследовать причины аварий с высоким числом погибших – ДТП с особо тяжкими последствиями (ДТП с ОТП), к которым относятся «ДТП, в котором погибло 5 человек и более, пострадало 10 человек и более»<sup>3</sup>. Определение факторов и причин возникновения ДТП с тяжелыми последствиями позволит определить зоны повышенного риска, разработать систему предупреждения таких аварий и значительно снизить количество погибших [10].

Вопросу определения причин возникновения ДТП с ОТП и моделированию взаимосвязей их числа с различными факторами посвящены отдельные исследования российских и зарубежных авторов. В работе<sup>4</sup> проведен корреляционный анализ между числом ДТП с ОТП и различными внешними показателями в регионах, наиболее сильная связь выявлена с социально-транспортным риском, плотностью автомобильных дорог и природными условиями. Анализ ДТП с ОТП на федеральной автомобильной дороге М-8 представлен в статье [11].

Ряд зарубежных исследований посвящены анализу различных факторов возникновения ДТП с тяжелыми последствиями. Анализ пространственного распределения ДТП с учетом их тяжести в Нигерии представлен в [12]; определены географические зоны с вы-

<sup>1</sup> Резолюция Генеральной ассамблеи ООН «Повышение безопасности дорожного движения во всем мире» А / 74 / L.86. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.un.org/pga/74/wp-content/uploads/sites/99/2020/08/Draft-Resolution-Road-Safety.pdf> (дата обращения: 07.02.2022).

<sup>2</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 января 2018 года № 1-п «Об утверждении Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы». [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71760528/> (дата обращения: 01.02.2022).

<sup>3</sup> ОДМ 218.6.015-2015 Рекомендации по учету и анализу дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200120721> (дата обращения: 08.02.2022).

<sup>4</sup> Капитанов В. Т., Сильянов В. В., Чубуков А. Б., Моница О. Ю. Модельная оценка числа погибших в ДТП с особо тяжкими последствиями // В сборнике: Совершенствование автотранспортных систем и сервисных технологий. Сборник научных трудов по материалам XIV Международной научно-технической конференции, посвященной 95-летию юбилею доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники РФ Авдоськина Фёдора Николаевича (1923–1996). 2018. С. 450–455.

сокой частотой возникновения ДТП с тяжелыми последствиями; сделаны предположения о предпосылках пространственной неравномерности распределения тяжких ДТП, среди которых низкая грамотность населения, ведущая к нарушению ПДД и авариям, а также неэффективная работа системы реагирования на ДТП скорой медицинской помощи в этих районах страны. Аналогичное пространственное распределение ДТП с учетом их тяжести представлено в [13]. В исследовании [14] сообщается, что качественное дорожное покрытие и освещение снижает вероятность ДТП с тяжелыми последствиями. Авторы работы [15] провели анализ факторов возникновения тяжелых и легких аварий; выявлено, что в случае серьезных ДТП значимыми являются среднесуточная интенсивность движения, интенсивность движения грузовых транспортных средств. Также подмечена следующая особенность: водители-женщины чаще попадают в тяжелые ДТП на сухом покрытии, а мужчины – на мокром. Некоторые другие исследования также посвящены анализу взаимосвязи характеристик водителей и тяжестью аварий, например [16, 17].

Исследования влияния погодных условий, времени суток, времени года представлены в разных работах. Оценена зависимость тяжести ДТП от погодных условий и времени суток в [18], выявлено, что тяжесть ДТП возрастает при хорошей погоде в темное время суток. Авторы работы [19] указывают на, что «чрезвычайно тяжелые ДТП» (более 10 погибших) происходят при неблагоприятных погодных условиях, так в туманную погоду процент таких аварий в восемь раз превышает процент более легких ДТП. Более углубленное изучение авторами аварий этого типа в статье [20] позволило дополнительно определить, что такие ДТП преимущественно регистрируются в выходные дни, а их наименьшее число – в среду и четверг. Также установлено, что наиболее распространены изучаемые ДТП в марте и апреле, а минимальное их число приходится на май и июнь. Наиболее критичным временем является промежуток с 14:00 до 07:00. Сообщается о влиянии дождливой погоды на вероятность возникновения тяжелых ДТП в [21]. В исследовании [22] указывается, что «чрезвычайно серьезные аварии» (в статье под ними понимается ДТП с двумя и более погибшими) более чем в половине случаев происходят в темное время суток. Влияние ночного времени суток на тяжесть аварии подтверждено также в работах [23, 24].

Несмотря на то, что в сфере анализа факторов возникновения ДТП с тяжелыми последствиями проведены отдельные исследования, все еще отмечается недостаток знаний в данной области. Кроме того, учеными получены различные выводы по некоторым аспектам, что может быть связано с тем, что в странах различно определяются термин «ДТП с особо тяжелыми последствиями», а также с тем, что на тяжесть ДТП могут влиять региональные особенности дорожной транспортной системы. Поэтому необходимо детальное исследование факторов возникновения ДТП с ОТП в российских условиях, в частности на примере регионов СФО.

Целью работы является исследование факторов, сопутствующих ДТП с ОТП на примере регионов Сибирского федерального округа (СФО).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

ДТП с ОТП можно отнести к редким событиям. Для получения корректных результатов объем выборки исходных данных должен быть достаточен. Большое количество исходных данных можно получить, анализируя ДТП с ОТП, произошедшими на территории всей страны, но в то же время обзор научной литературы показал, что действие факторов возникновения ДТП с ОТП может отличаться в разных территориальных зонах, поэтому анализ таких аварий по всем регионам может показать некорректные результаты. В связи с этим принято решение проанализировать ДТП с ОТП в регионах СФО: в пределах округа остаются относительно постоянными климатические и дорожные условия, что позволит получить обобщенные корректные результаты; в то же время объем выборки будет достаточным при условии анализа данных за несколько лет.

Получены сведения о ДТП с ОТП в период с 2017 по 2020 г. Объем выборки составил 93 ДТП. По каждой аварии собрана следующая информация: дата, время, место и вид ДТП, количество погибших и пострадавших, состояние погоды и проезжей части. На основании этого определены день недели и месяц для каждой аварии. На основании места, даты, времени ДТП и специализированного сервиса определены периоды суток в соответствии с их классическим астрономическим делением: ночь, астрономические, навигационные, гражданские сумерки, день. Эта необходимость вызвана тем, что предыдущие исследования [25] показали значительное влияние сумереч-



ного времени на аварийность, а исходные сведения об освещении в момент ДТП не содержат такую информацию.

Набор анализируемых параметров включал в себя 8 элементов: количество погибших и пострадавших, вид ДТП, период суток, день недели, месяц года, состояние погоды и проезжей части. Первые три параметра – характеристика аварии, последние пять рассматривались как факторы, влияющие на возникновение ДТП с ОТП.

Анализ факторов основан на многомерном частотном распределении, при этом показатели факторов измерены в номинальной шкале, поэтому для визуального представления результатов в работе представлены таблицы сопряженности, а также двух- и трехмерные графики.

Для обработки данных расчета статистических показателей использовались программы MS Excel и Statistica.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На основании количества погибших и раненых в каждой из анализируемых аварий определена структура аварийности ДТП с ОТП. На рисунке 1 представлена диаграмма частот (выбросы исключены), круговыми маркерами пропорционально отражено количество аварий с одинаковыми показателями погибших и раненых. Наиболее распространенным сочетанием является 10 раненых без погибших (8 ед. ДТП с ОТП) и 5 погибших без пострадавших (8 ед. ДТП с ОТП). Выделяется два класса ДТП с ОТП: красная рамка на рисунке 1 (группа 1) – с большим числом раненых (от 7 человек) и небольшим количеством погибших (до 4 человек) и зеленая рамка на рисунке 1 (группа 2) – с большим числом погибших (от 5 человек) и невысоким количеством раненых (до 5 человек). Аварии «красной рамки» могут быть свидетельством участия в ДТП пассажироперевозящего транспорта и характеризуются

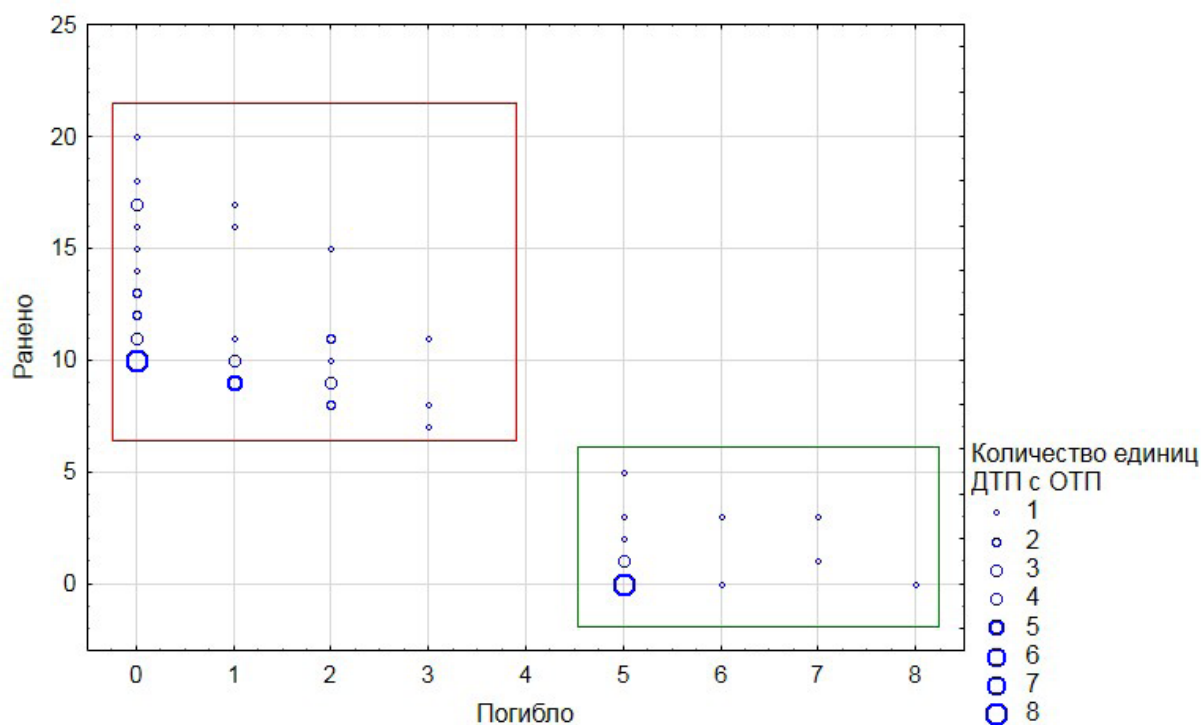


Рисунок 1 – Количество погибших и раненых в ДТП с ОТП  
Источник: составлено авторами.

Figure 1 – The number of deaths and injuries in especially serious road accidents  
Source: compiled by the authors.

**Таблица 1**  
**Распределение ДТП с ДТП по видам и группам**  
Источник: составлено авторами.

**Table 1**  
**Distribution of especially serious road accidents by types and groups**  
Source: compiled by the authors.

		Распределение по группам, % от количества ДТП в группе	
		Группа 1 (число раненых $\geq 7$ , число погибших $< 4$ )	Группа 2 (число раненых $\leq 5$ , число погибших $\geq 5$ )
Вид ДТП	Столкновение	72,9	100,0
	Опрокидывание	14,6	0,0
	Иные виды	12,5	0,0

**Таблица 2**  
**Распределение ДТП с ДТП по периоду суток и группам**  
Источник: составлено авторами.

**Table 2**  
**Distribution of especially serious road accidents by time of day and groups**  
Source: compiled by the authors.

		Распределение по группам, % от количества ДТП в группе	
		Группа 1 (число раненых $\geq 7$ , число погибших $< 4$ )	Группа 2 (число раненых $\leq 5$ , число погибших $\geq 5$ )
Период суток	День	70,8	64,8
	Гражданские сумерки	8,3	15,2
	Навигационные сумерки	6,3	0
	Астрономические сумерки	6,3	0
	Ночь	8,3	20,0

меньшей условной тяжестью последствий (отношение погибших к общему числу жертв ДТП), в то время как ДТП «зеленой рамки» могут быть следствием участия любого вида транспорта и отличаются более высокими показателями условной тяжести.

Анализ видов ДТП показал, что наиболее распространенным является столкновение (81%), также отмечаются опрокидывания (10%), остальные виды занимают менее 10%. Определена распространенность видов ДТП в каждой из двух выделенных выше групп, результаты представлены в таблице 1. Выявлено, что в группе 2 отмечаются только столкновения, т. е. большое число погибших характерно для этого вида ДТП.

В отношении времени суток определено, что 69% анализируемых ДТП с ДТП произошли в дневное время, что в целом не представляет собой отличительную черту, поскольку в среднем день занимает наибольшую часть суток по всем регионам СФО. Интересной характеристикой является достаточно высокая доля

аварий, произошедших в гражданских сумерках – 10%. Сравнение распределения аварий по группам представлено в таблице 2. В группе 2 достаточно значительная часть аварий (в сумме 35,2%) приходится на ночь и гражданские сумерки.

Исследование дня недели как фактора возникновения ДТП с ДТП показало, что чаще всего аварии этого типа происходят в пятницу, что соответствует общим характеристикам аварийности и может быть связано с более высокой интенсивностью движения в такие дни. Минимальное число ДТП с ДТП фиксируется в понедельник. Более интересным выглядит распределение изучаемых аварий по группам, которое представлено на рисунке 2. В данном случае рассчитана доля аварий, произошедших в рассматриваемый день недели, по отношению к общему объему выборки, а не к количеству ДТП в группе, как это было сделано при анализе видов ДТП и периода суток. Это позволило оценить общую динамику изменения числа ДТП с ДТП в течение недели.

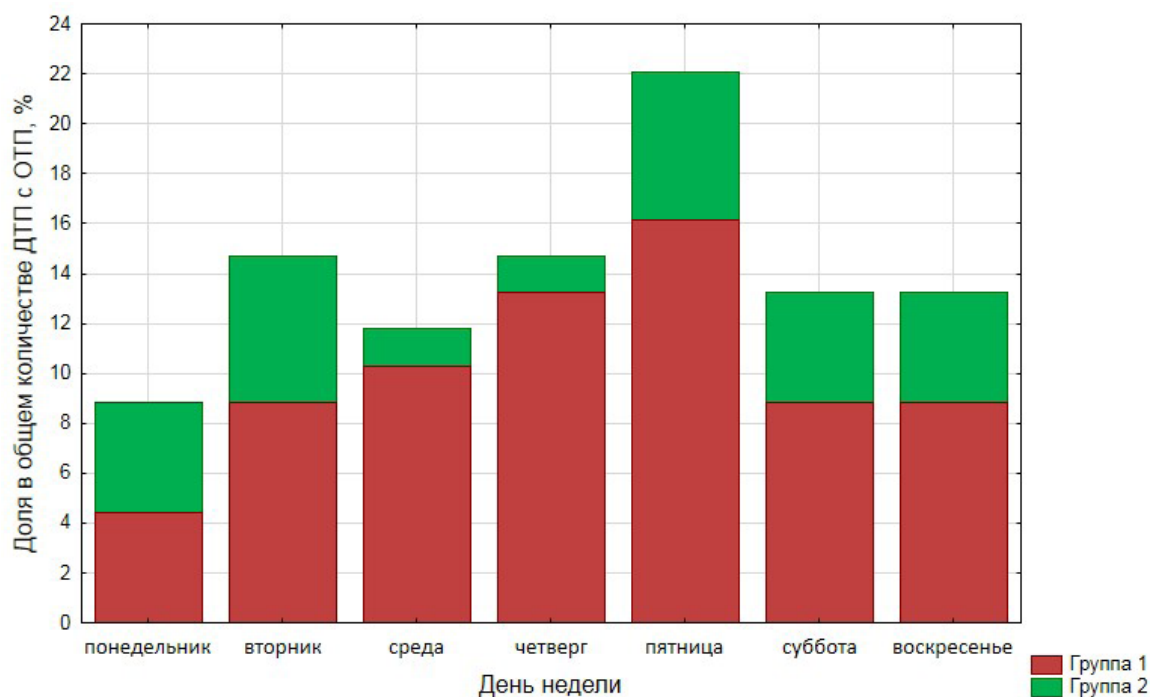


Рисунок 2 – Распределение ДТП по дням недели и группам  
Источник: составлено авторами.

Figure 2 – Distribution of especially serious road accidents by days of the week and groups  
Source: compiled by the authors.

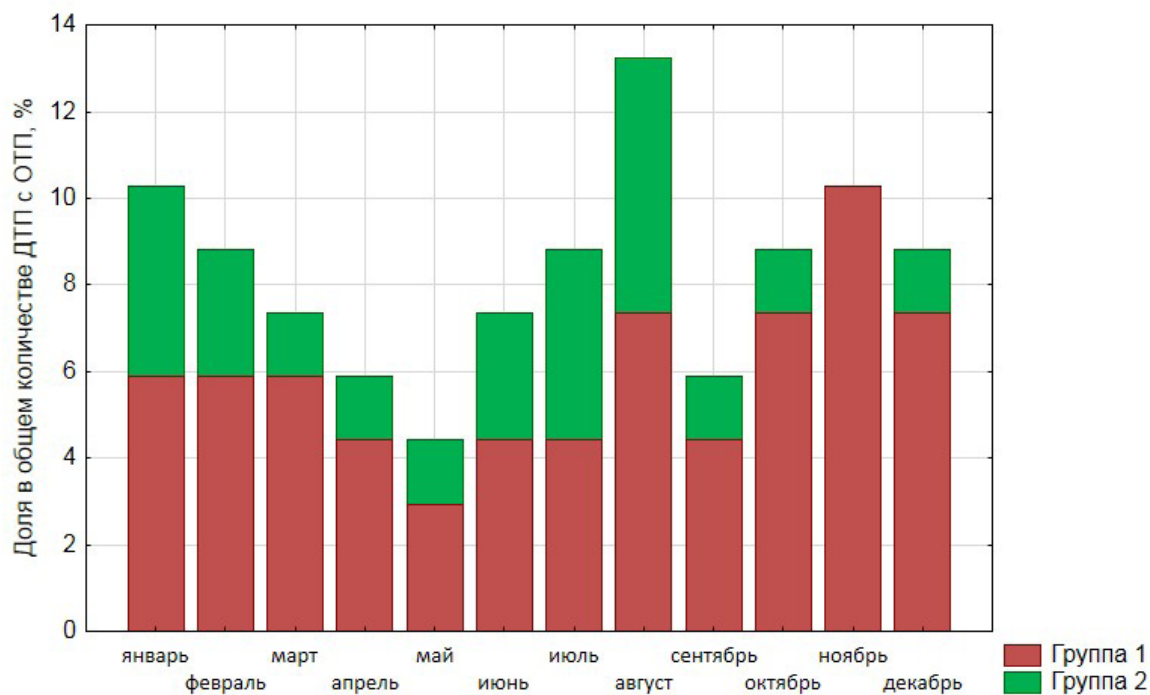


Рисунок 3 – Распределение ДТП по месяцам и группам  
Источник: составлено авторами.

Figure 3 – Distribution of especially serious road accidents by months and groups  
Source: compiled by the authors.

**Таблица 3**  
**Распределение ДТП с ОТП по состоянию проезжей части и группам**  
 Источник: составлено авторами.

**Table 3**  
**Distribution of especially serious road accidents by the condition of the roadway and groups**  
 Source: compiled by the authors.

		Распределение по группам, % от количества ДТП в группе	
		Группа 1 (число раненых $\geq 7$ , число погибших $< 4$ )	Группа 2 (число раненых $\leq 5$ , число погибших $\geq 5$ )
Состояние проезжей части	Сухое	54	70
	Мокрое	15	5
	Гололедица, обработанное противогололедными материалами, заснеженное, снежный накат	31	25

Анализ графика позволяет определить, что понедельник, в сравнении с другими днями недели, отличается достаточно высокой долей ДТП с ОТП, принадлежащих второй группе, т. е. группе условно более тяжелых аварий. Среду можно отнести к наименее опасным дням: в течение этого дня недели регистрируется небольшое число ДТП с ОТП и при этом почти все из них относятся к первой группе.

Распределение ДТП с ОТП по месяцам года рассчитано аналогичным образом и представлено на рисунке 3.

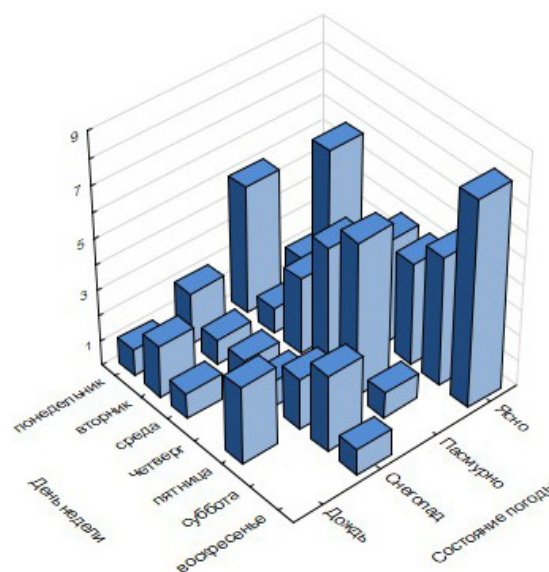
Максимум по количеству ДТП с ОТП достигается в августе, что соответствует характеристикам общей аварийности. Отличительной особенностью является высокое число рассматриваемых аварий в холодное время года – в период с октября по февраль. Особенно опасным месяцем является январь: в течение этого месяца отмечается высокое число ДТП с ОТП (свыше 10% от суммарного годового числа ДТП с ОТП), и при этом почти половину занимают аварии второй группы.

Проанализировано состояние погоды, отмечались следующие показатели: ясно, пасмурно, снегопад, дождь, метель. Более 45% ДТП с ОТП произошло при ясной погоде, при пасмурной – 31%, снегопад – 13%, при остальных показателях – менее 10%. Между группами значимой разницы не обнаружено.

Среди показателей состояния проезжей части фиксировались следующие: сухое, мокрое, гололедица, обработанное противогололедными материалами, заснеженное и со снежным накатом. Более половины ДТП с ОТП (58%) зарегистрированы на сухой проезжей части, на обработанной противогололедными материалами – 14% от всех анализируемых

аварий, при других показателях – менее 12%. Различия распределений в группах представлены в таблице 3. 70% аварий произошло на сухой проезжей части, т. е. большая часть аварий с условно более тяжелыми последствиями происходит при нормальном состоянии проезжей части.

Проанализировано двухвходовое распределение выбранных факторов. Новые знания получены при исследовании пары день недели – состояние погоды, распределение представлено на рисунке 4.



**Рисунок 4 – Распределение ДТП с ОТП по дням недели и состоянию погоды**  
 Источник: составлено авторами.

**Figure 4 – Distribution of especially serious road accidents by days of the week and weather conditions**  
 Source: compiled by the authors.



Выявлено, что несмотря на то, что большая часть ДТП с ОТП регистрируется при ясной погоде, более свойственно это выходным дням (суббота и воскресенье). По всей видимости это вызвано пренебрежением опасности водителями при движении в ясную погоду на отдых. В это же время в выходные дни при пасмурной погоде или дожде практически не отмечаются ДТП с ОТП. Аварии при снегопаде распределены в течение недели достаточно равномерно.

Вывод о меньшем влиянии внешних условий в выходные дни подтверждается исследованием факторов день недели – состояние проезжей части, распределение представлено на рисунке 5.

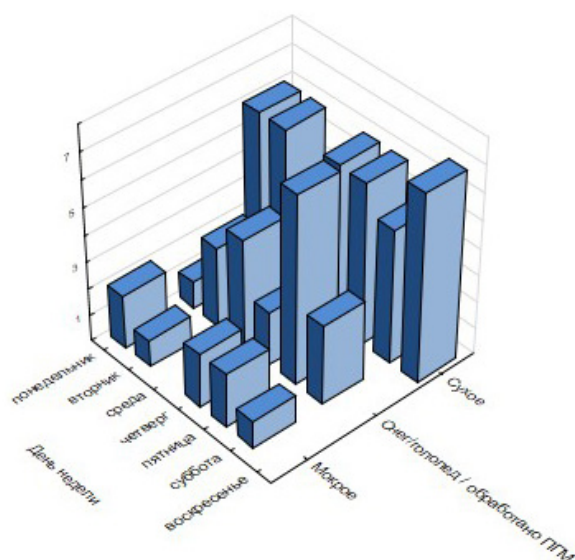


Рисунок 5 – Распределение ДТП с ОТП по дням недели и состоянию проезжей части  
Источник: составлено авторами.

Figure 5 – Distribution of especially serious road accidents by days of the week and condition of the roadway  
Source: compiled by the authors.

В воскресенье ДТП с ОТП происходили только на сухом покрытии. Большая часть анализируемых аварий, фиксировавшихся не на сухом покрытии (мокрое, заснеженное, обработанное противогололедными материалами, гололедице), происходили в будние дни.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ ДТП с ОТП, зарегистрированных в регионах СФО в 2017–2020 гг. позволил разделить их на две группы – с повышенным числом пострадавших и с повышенным числом погибших. Также на основе проведенного исследования определены основные факторы

возникновения таких аварий и особенностей сопутствующих условий. В частности, выявлено, что основным видом происшествия являются столкновения. Определено, что наиболее распространены ДТП с ОТП днем, при этом также опасным периодом суток являются сумерки. Наиболее часто происходят изучаемые аварии в пятницу, однако доля условно наиболее тяжелых аварий высока в понедельник. Август является месяцем, для которого характерно наибольшее количество ДТП с ОТП, однако при этом особого внимания заслуживает период с ноября по февраль, поскольку частота таких аварий также высока. Около половины ДТП с ОТП отмечаются при ясной погоде, и также около половины – на сухом покрытии. При этом выявлено, что те ДТП с ОТП, которые произошли в выходные дни, в основном случились при ясной погоде или сухом покрытии; дождь, мокрое или заснеженное покрытие регистрируются в будние дни.

Результаты исследования могут быть использованы при планировании профилактических мероприятий, направленных на предупреждение ДТП с ОТП. Новые знания, полученные в рамках исследования, позволят более эффективно выстраивать систему предупреждения и реагирования на аварии, что позволит снизить количество погибших в ДТП и приблизиться к поставленной государственной цели.

В связи с тем, что обнаружены взаимосвязи между ДТП с ОТП и условиями внешней среды, перспективно продолжать исследования в сфере определения функциональных зависимостей элементов внешней среды, их сочетаний на вероятность возникновения ДТП с ОТП. Другим перспективным направлением исследований является углубление знаний в области влияния различных факторов на возникновение ДТП с ОТП в рамках каждой из выделенных групп.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сафронов Э. А., Сафронов К. Э. Особенности реализации проекта безопасности дорожного движения до 2024 года в Омской области // Вестник СибАДИ. 2021. Т. 18, № 1 (77). С. 96–104. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-1-96-104>.
2. Ваньков А. В. Актуальные вопросы обеспечения безопасности дорожного движения // Право и государство: теория и практика. 2020. № 9 (189). С. 264–265.
3. Гатиятуллин М. Х., Волкова Р. Ю. Мировой опыт в обеспечении безопасности движения на российских дорогах // Техника и технология транспорта. 2018. № 1 (6). 8 с.

4. Ricardo Pérez-Núñez, Elisa Hidalgo-Solórzano, Martha Híjar Impact of Mexican Road Safety Strategies implemented in the context of the UN's Decade of Action // *Accident Analysis & Prevention*. 2021. V. 159. 106227 <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106227>.
5. Zanne M., Groznik A. The impact of traffic flow structure on traffic safety: the case of Slovenian motorways. *Transport*. 2018. 33(1). pp. 216-222. <https://doi.org/10.3846/16484142.2016.1153519>.
6. Печатнова Е. В., Сафронов К. Э. Оценка влияния количества осадков на аварийность на дорогах вне населенных пунктов // *Вестник СибАДИ*. 2020. Т. 17. № 4 (74). С. 512–522.
7. Pugachev I., Kuliko Y., Markelov G., Sheshera N. Factor Analysis of Traffic Organization and Safety Systems // *Transportation Research Procedia*. 2017. 20. pp. 529–535. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.01.086>.
8. Pechatnova E., Kuznetsov V., Pavlov S. Road accident risk modeling based on the machine learning // *Safety in Aviation and Space Technologies. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. 2022. pp. 335-343. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85057-9\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85057-9_29)
9. Simul M. G. and Porkhacheva S. M. Road safety strategies in the Russian Federation for 2018–2024 in Omsk Region // *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 2020. 786. 012050.
10. Afghari A. P., Haque M. M., Washington S. Applying a joint model of crash count and crash severity to identify road segments with high risk of fatal and serious injury crashes // *Accident Analysis & Prevention*. 2020. 144. 105615. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105615>.
11. Баранов А. В., Барачевский Ю. Е. Анализ дорожно-транспортных происшествий с особо тяжкими последствиями на федеральной автомобильной дороге М-8 «Холмогоры» // *Вестник Совета молодых учёных и специалистов Челябинской области*. 2016. Т. 3, № 4 (15). С. 38–40.
12. Ayodeji E. Iyanda Geographic analysis of road accident severity index in Nigeria // *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*. 2018. pp.1–10. <https://doi.org/10.1080/17457300.2018.1476387>.
13. Amin Azimian, V. Dimitra Pyrialakou, Steven Lavrenz, Sijin Wen Exploring the effects of area-level factors on traffic crash frequency by severity using multivariate space-time models // *Analytic Methods in Accident Research*. 2021. Vol. 31. 100163. <https://doi.org/10.1016/j.amar.2021.100163>.
14. Yolania Sari, Muhammad Halley Yudhistira Bad light, bad road, or bad luck? The associations of road lighting and road surface quality on road crash severities in Indonesia // *Case Studies on Transport Policy*. 2021. Vol. 9, Issue 3. pp. 1407-1417 <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2021.07.014>.
15. Kassu A., Anderson, M. Analysis of severe and non-severe traffic crashes on wet and dry highways // *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. 2019. 2. 100043. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2019.100043>.
16. Razi-Ardakani, H., Mahmoudzadeh, A., Kermanshah, M. What factors results in having a severe crash? a closer look on distraction-related factors // *Cogent Engineering*. 2019. 6 (1). 1708652. <https://doi.org/10.1080/23311916.2019.1708652>.
17. Xintong Yan, Jie He, Changjian Zhang, Ziyang Liu, Chenwei Wang, Boshuai Qiao Temporal analysis of crash severities involving male and female drivers: A random parameters approach with heterogeneity in means and variances // *Analytic Methods in Accident Research*. 2021. Vol. 30. 100161 <https://doi.org/10.1016/j.amar.2021.100161>.
18. George, Y., Athanasios, T., George, P. Investigation of road accident severity per vehicle type // *Transportation Research Procedia*. 2017. 25. pp. 2076–2083. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.401>.
19. Xu, C., Wang, C., Ding, Y., Wang, W. Investigation of extremely severe traffic crashes using fault tree analysis // *Transportation Letters*. 2018. pp. 1–8. <https://doi.org/10.1080/19427867.2018.1540146>.
20. Xu, C., Bao, J., Wang, C., Liu, P. Association rule analysis of factors contributing to extraordinarily severe traffic crashes in China // *Journal of Safety Research*. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2018.09.013>.
21. Quan Yuan, Yibing Li, Kang Chen Characteristics of significant factors in severe traffic accidents and countermeasures for safety // *Chinese Journal of Forensic Sciences*. 2015. No 5. Total No 82. pp. 34–40 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-2072.2015.05.006>.
22. Das, S., Dutta, A. Extremely serious crashes on urban roadway networks: Patterns and trends // *IATSS Research*. 2020. 44(3). pp. 248–252. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2020.01.003>.
23. Hong Chen, Yang Zhao, Xiaotong Ma Critical Factors Analysis of Severe Traffic Accidents Based on Bayesian Network in China // *Journal of Advanced Transportation*. 2020, pp.1 – 14. <https://doi.org/10.1155/2020/8878265>.
24. Wu H., Malipeddi, S. Influential factors for severe traffic crashes // *Proceedings of 2011 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety*. 2011. pp. 71–75. <https://doi.org/10.1109/icves.2011.5983749>
25. Печатнова Е. В. Влияние времени суток на дорожно-транспортную аварийность // *Мир транспорта*. 2016. Т. 14, № 2 (63). С. 194–200.

## REFERENCES

1. Safronov E.A., Safronov K.E. Features of road safety project implementation until 2024 in Omsk region. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2021;18(1):96-104. (In Russ.) <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-1-96-104>
2. Van'kov A.V. Aktual'nye voprosy obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya. *Pravo i gosudarstvo: teorija i praktika*. 2020; 9 (189): 264-265. (in Russ.)
3. Gatijatullin M.H., Volkova R.Ju. Mirovoj opyt v obespechenii bezopasnosti dvizheniya na rossijskih dorogah [World experience in ensuring traffic safety on Russian roads]. *Tehnika i tehnologija transporta*. 2018; 1 (6); 8. (in Russ.)

4. Ricardo Pérez-Núñez, Elisa Hidalgo-Solórzano, Martha Híjar Impact of Mexican Road Safety Strategies implemented in the context of the UN's Decade of Action. *Accident Analysis & Prevention*. 2021. V. 159, 106227 <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106227>.

5. Zanne M., Groznik, A. The impact of traffic flow structure on traffic safety: the case of Slovenian motorways. *Transport*. 2018; 33 (1): 216-222. <https://doi.org/10.3846/16484142.2016.1153519>.

6. Pechatnova E.V., Safronov K.E. Precipitation influence assessment on accidents risk outside built-up areas. The Russian Automobile and Highway Industry Journal. 2020;17(4):512-522. (In Russ.) <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-4-512-522>

7. Pugachev I., Kulikov Y., Markelov G., Sheshera N. Factor Analysis of Traffic Organization and Safety Systems. *Transportation Research Procedia*. 2017. 20. pp. 529–535. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.01.086>.

8. Pechatnova E., Kuznetsov V., Pavlov S. Road accident risk modeling based on the machine learning. *Safety in Aviation and Space Technologies. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. 2022. pp. 335-343. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85057-9\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85057-9_29)

9. Simul M. G., Porkhacheva S. M. Road safety strategies in the Russian Federation for 2018–2024 in Omsk Region. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, 2020. 786. 012050.

10. Afghari A. P., Haque M. M., Washington S. Applying a joint model of crash count and crash severity to identify road segments with high risk of fatal and serious injury crashes. *Accident Analysis & Prevention*. 2020. 144, 105615. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105615>.

11. Baranov A. V., Barachevskij Ju. E. Analiz dorozhno-transportnyh voisshestvij s osobo tjazhkimi posledstvijami na federal'noj avtomobil'noj doroge M-8 «Holmogory». *Vestnik Soveta molodyh uchjonyh i specialistov Cheljabinskoy oblasti*. 2016; 3. No 4 (15): 38-40.

12. Ayodeji E. Iyanda Geographic analysis of road accident severity index in Nigeria. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*. 2018: 1–10. <https://doi.org/10.1080/17457300.2018.1476387>.

13. Amin Azimian V. Dimitra Pyrialakou, Steven Lavrenz, Sijin Wen Exploring the effects of area-level factors on traffic crash frequency by severity using multivariate space-time models. *Analytic Methods in Accident Research*. 2021; 31. 100163. <https://doi.org/10.1016/j.amar.2021.100163>.

14. Yolania Sari, Muhammad Halley Yudhistira Bad light, bad road, or bad luck? The associations of road lighting and road surface quality on road crash severities in Indonesia. *Case Studies on Transport Policy*. 2021; Vol. 9, Issue 3: 1407-1417 <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2021.07.014>.

15. Kassu A., Anderson M. Analysis of severe and non-severe traffic crashes on wet and dry highways. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. 2019. 2. 100043. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2019.100043>.

16. Razi-Ardakani H., Mahmoudzadeh A., Kerman-shah M. What factors results in having a severe crash?

a closer look on distraction-related factors. *Cogent Engineering*. 2019; 6 (1). 1708652. <https://doi.org/10.1080/23311916.2019.1708652>.

17. Xintong Yan, Jie He, Changjian Zhang, Ziyang Liu, Chenwei Wang, Boshuai Qiao Temporal analysis of crash severities involving male and female drivers: A random parameters approach with heterogeneity in means and variances. *Analytic Methods in Accident Research*. 2021; Vol. 30. 100161 <https://doi.org/10.1016/j.amar.2021.100161>.

18. George Y., Athanasios T., George P. Investigation of road accident severity per vehicle type. *Transportation Research Procedia*. 2017; 25: 2076–2083. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.401>.

19. Xu C., Wang C., Ding Y., Wang W. Investigation of extremely severe traffic crashes using fault tree analysis. *Transportation Letters*. 2018. pp. 1–8. <https://doi.org/10.1080/19427867.2018.1540146>.

20. Xu C., Bao J., Wang C., Liu P. Association rule analysis of factors contributing to extraordinarily severe traffic crashes in China. *Journal of Safety Research*. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2018.09.013>.

21. Quan Yuan, Yibing Li, Kang Chen Characteristics of significant factors in severe traffic accidents and countermeasures for safety. *Chinese Journal of Forensic Sciences*. 2015; 5 (82): 34–40 <https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-2072.2015.05.006>.

22. Das S., Dutta A. Extremely serious crashes on urban roadway networks: Patterns and trends. *IATSS Research*. 2020. 44 (3). pp. 248–252. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2020.01.003>.

23. Hong Chen, Yang Zhao, Xiaotong Ma Critical Factors Analysis of Severe Traffic Accidents Based on Bayesian Network in China. *Journal of Advanced Transportation*. 2020: 1–14. <https://doi.org/10.1155/2020/8878265>.

24. Wu H., Malipeddi, S. Influential factors for severe traffic crashes. *Proceedings of 2011 IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety*. 2011. pp. 71–75. <https://doi.org/10.1109/icves.2011.5983749>

25. Pechatnova E.V. Vlijanie vremeni sutok na dorozhno-transportnuju avarijnost' [Influence of the time of day on road traffic accident rate]. *World of transport and transportation*. 2016; Vol. 14. Iss. 2: 194–200.

## ВКЛАД СОАВТОРОВ

Печатнова Е. В. Вклад в общую работу составил 75%, что является  $\frac{3}{4}$  доли при разработке следующих разделов научной статьи: аннотации, введения, материалов и методов, результатов, обсуждения и заключения.

Кузнецов В. Н. Вклад в общую работу составил 25%, что является  $\frac{1}{4}$  доли при разработке следующих разделов научной статьи: аннотации, введения, результатов, обсуждения и заключения.

## CO-AUTHORS' CONTRIBUTION

Elena V. Pechatnova. The contribution to the general work made 75% that is  $\frac{3}{4}$  shares when developing the following sections of the scientific article: summaries, introductions, materials and methods, results, discussion and conclusion.

*Vasiliy N. Kuznetsov. The contribution to the general work amounted to 25%, which is 1/4 of the share in the development of the following sections of the scientific article: annotation, introduction, results, discussion and conclusion.*

#### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

*Печатнова Елена Владимировна – ассистент кафедры «Организация и безопасность движения».*

*Кузнецов Василий Николаевич – канд. техн. наук, доц. кафедры «Сельскохозяйственная техника и технологии».*

#### **INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

*Elena V. Pechatnova – Assistant of the Organization and Road Safety Department.*

*Vasiliy N. Kuznetsov – Cand. of Sci. (Engineering), Associate Professor of the Agricultural Machinery and Technology Department.*