

ТРАНСПОРТ

Научная статья
УДК 656.13

<https://doi.org/10.25198/2077-7175-2025-5-64>

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С УЧАСТИЕМ ПЕШЕХОДОВ

И. Е. Ильина

Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия
e-mail: ilyina.i.e@pgau.ru

К. А. Перекусихина

Государственное бюджетное учреждение Пензенской области «Безопасный регион», Пенза, Россия
e-mail: k.perekusihina@br.pnzreg.ru

В. И. Рассоха

Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия
e-mail: cabin2012@yandex.ru

Аннотация. В официальных источниках называют четыре причины высокой аварийности на автомобильном транспорте, обобщающие большое количество факторов, непосредственно влияющих на безопасность дорожного движения. При проведении анализа дорожно-транспортных происшествий (ДТП) с участием пешеходов основное значение имеют: наличие и расположение пешеходного перехода и средств организации дорожного движения на конкретном участке улично-дорожной сети; погодные и дорожные условия; временной фактор. Актуальность статьи определяется необходимостью решения проблемы повышения безопасности пешеходов путем комплексного исследования факторов, сопутствующих совершению ДТП с их участием. Целью исследования является группировка факторов, способствующих совершению ДТП с участием пешеходов, и определение значимости отдельных факторов для дальнейшей разработки и реализации мероприятий по снижению показателей аварийности. Для достижения поставленной цели использовалась методика, позволяющая определить влияние факторов на риск совершения ДТП, связанного с наездом на пешехода. Использование метода факторного анализа позволяет определить значимость каждого фактора из их совокупности. Исходными данными являются показатели аварийности с участием пешеходов на улично-дорожной сети из официальных источников за длительный период времени. Разработанная методика отличается от существующих комплексным учетом факторов, определяющих риск возникновения ДТП, что определяет ее научную новизну. Результатом исследования является определение веса факторов, что характеризует их значимость при анализе ДТП с участием пешеходов, позволяет в конечном итоге провести анализ участков улично-дорожной сети и определить очередность мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения пешеходов. Теоретическая значимость работы заключается в проверке работоспособности предложенной методики определения веса факторов, что представляет и практический интерес с точки зрения прогнозирования показателей аварийности и разработки научно-обоснованных мероприятий по повышению безопасности дорожного движения. Дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение составляющих каждого фактора, оказывающих влияние на безопасность движения пешеходов.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, дорожно-транспортное происшествие, наезд на пешехода.

Для цитирования: Ильина И. Е., Перекусихина К. А., Рассоха В. И. Анализ факторов дорожно-транспортных происшествий с участием пешеходов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2025. – № 5. – С. 64–75. – <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2025-5-64>.



Original article

DETERMINING THE FACTORS OF AN ACCIDENT INVOLVING PEDESTRIANS

I. E. Ilyina

Penza State Agrarian University, Penza, Russia
e-mail: ilyina.i.e@pgau.ru

K. A. Perekusikhina

State Budgetary Institution of the Penza Region «Safe Region», Penza, Russia
e-mail: k.perekusikhina@br.pnzreg.ru

V. I. Rassokha

Orenburg State University, Orenburg, Russia
e-mail: cabin2012@yandex.ru

Abstract. Official sources name four reasons for the high accident rate in motor transport, which summarize a large number of factors that directly affect road safety. When analyzing road accidents involving pedestrians, the following are of primary importance: the presence and location of a pedestrian crossing and traffic management facilities on a specific section of the street and road network; weather and road conditions; time factor. The relevance of the article is determined by the need to solve the problem of improving pedestrian safety through a comprehensive study of the factors accompanying accidents with their participation. The purpose of the study is to group the factors contributing to accidents involving pedestrians and to determine the significance of individual factors for the further development and implementation of measures to reduce accident rates. To achieve this goal, a methodology was used to determine the influence of factors on the risk of an accident involving a collision with a pedestrian. The use of the factor analysis method allows us to determine the significance of each factor from their totality. The initial data are accident rates involving pedestrians on the street and road network from official sources over a long period. The developed methodology differs from the existing ones by a comprehensive consideration of factors determining the risk of accidents, which determines its scientific novelty. The result of the scientific study is the determination of the weight of factors, which characterizes their significance in the analysis of accidents involving pedestrians, ultimately allows analyzing sections of the street and road network and determining the sequence of measures to ensure pedestrian traffic safety. The theoretical significance of the work lies in checking the operability of the proposed methodology for determining the weight of factors, which is also of practical interest in terms of predicting accident rates and developing scientifically based measures to improve road safety. Further research should be aimed at studying the components of each factor that affect pedestrian traffic safety.

Key words: traffic safety, traffic accident, pedestrian impact.

Cite as: Ilyina, I. E., Perekusikhina, K. A., Rassokha, V. I. (2025) [Determining the factors of an accident involving pedestrians]. *Intellect. Innovacii. Investicii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 5, pp. 64–75. – <https://doi.org/10.25198/2077-7175-2025-5-64>.

Введение

Пешеходы являются самой многочисленной категорией участников дорожного движения. На основании внесенных в 2022 году изменений в п. 1.2 Правил дорожного движения (ПДД) к пешеходам также отнесены лица, использующие для передвижения роликовые коньки, самокаты и иные аналогичные средства. Пункты 4.1–4.8 ПДД регламентируют обязанности пешеходов, в том числе при движении через проезжую часть¹.

В 2024 году было совершено 34 367 дорожно-транспортных происшествий (ДТП), связанных с наездами на пешеходов. В РФ доля погибших, являвшихся пешеходами, на протяжении последних лет снижается – с 29,5% в 2017 г. до 23,1% в 2024 г.².

В 2024 году было совершено 34 367 дорожно-транспортных происшествий (ДТП), связанных с наездами на пешеходов. В РФ доля погибших, являвшихся пешеходами, на протяжении последних лет снижается – с 29,5% в 2017 г. до 23,1% в 2024 г.².

¹ Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 06.12.2024) «О Правилах дорожного движения» // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/9004835>. (дата обращения: 30.05.2025).

² Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации в 2024 году. Информационно-аналитический обзор. – М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России». – 2025. – 148 с.

Согласно отчету Всемирной организации здравоохранения «Процентное распределение показателя смертности пешеходов» составляет в странах: Америки – 17%, Восточного Средиземноморья – 26%, Европейского региона – 25%, Африканского региона – 33%, Юго-Восточной Азии – 17%³.

Проблема повышения безопасности пешеходов влечет необходимость всестороннего исследования факторов, сопутствующих совершению ДТП с их участием, что определяет актуальность исследования.

На основании сведений из официальных источников МВД ГИБДД РФ в 2024 г. на пешеходных переходах совершено 42,2% ДТП от общего количества наездов, вне пешеходных переходов произошло

57,8% ДТП. 61,2% ДТП произошли на пешеходных переходах, расположенных за пределами перекрестка, в его пределах – 38% ДТП. Распределение показателей аварийности по дорогам различного статуса свидетельствует, что 87,8% ДТП зафиксировано на автомобильных дорогах местного значения². Дорожные, погодные условия также влияют на аварийность с участием пешеходов.

На рисунке 1 представлена тепловая карта показателей аварийности – доля ДТП, связанных с наездом на пешеходов от общего количества ДТП в зависимости от месяца и времени суток. Продолжительность светового дня и активность населения непосредственно влияют на данный показатель.

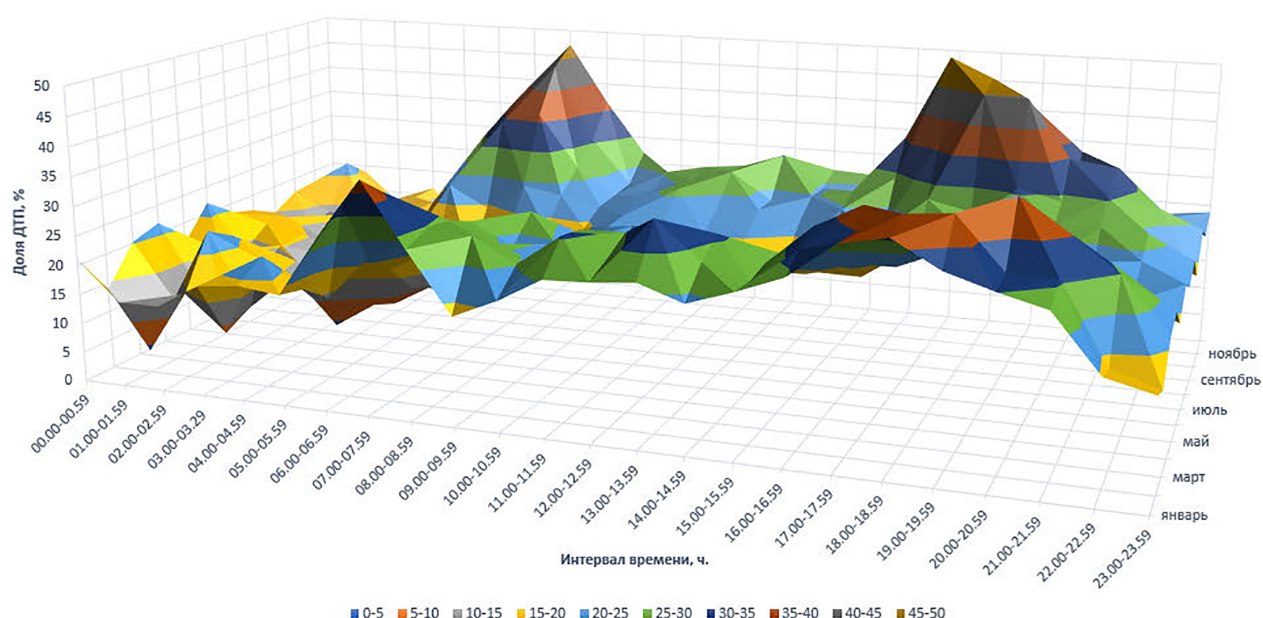


Рисунок 1. Доля ДТП, связанных с наездом на пешеходов, от общего количества ДТП в зависимости от месяца и времени суток

Источник: составлено авторами на основе данных показателей состояния безопасности дорожного движения – URL:<http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения 29.05.2025)

В зависимости от дня недели доля ДТП, связанных с наездом на пешеходов, распределяется также неравномерно – высокий удельный вес наблюдается с 07:00

до 09:00 и с 17:00 до 22:00, что определяется активностью граждан в периоды передвижения на работу и домой. Это отражено на рисунке 2.

³ Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире, 2023 г. [Global status report on road safety 2023]. Женева: Всемирная организация здравоохранения; 2024. – 104 с.

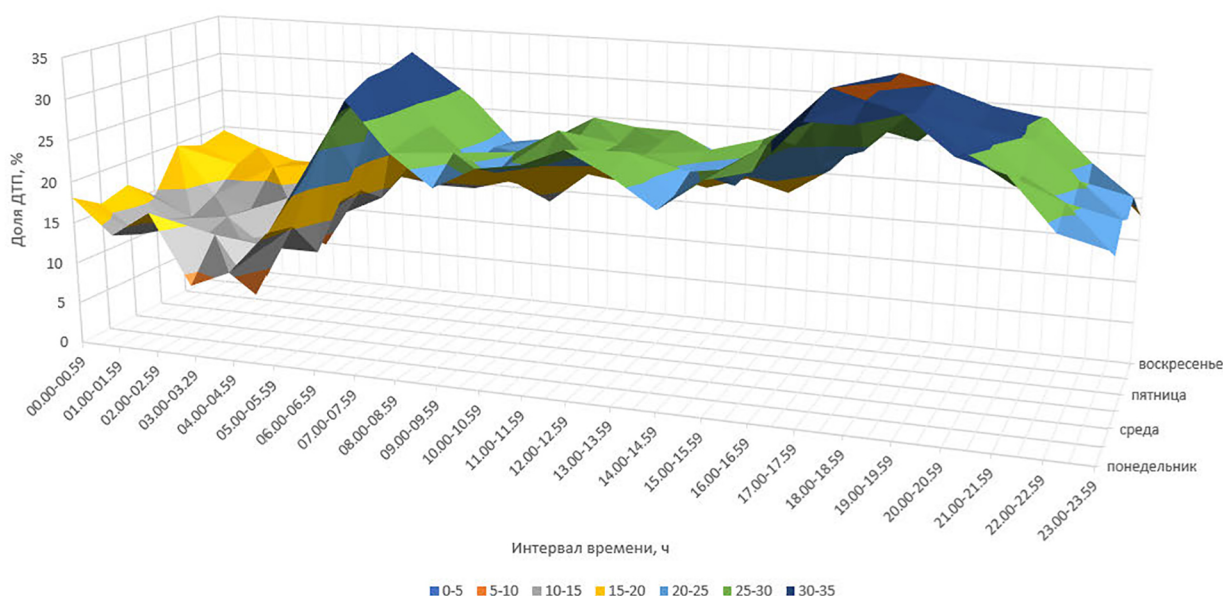


Рисунок 2. Доля ДТП, связанных с наездом на пешеходов, от общего количества ДТП в зависимости от дня недели и времени суток

Источник: составлено авторами на основе данных показателей состояния безопасности дорожного движения – URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения 29.05.2025)

Данные показатели подтверждают тот факт, что на возможность совершения ДТП с участием пешеходов влияет большое количество факторов. В связи с этим, целью исследования является группировка факторов, способствующих совершению ДТП с участием пешеходов и определение значимости отдельных факторов для дальнейшей разработки и реализации мероприятий по снижению показателей аварийности.

Обзор литературы

Пешеход и его влияние на состояние безопасности дорожного движения является составной частью общей проблемы обеспечения безопасности дорожного движения (БДД). О местонахождении пешехода в системе «водитель – автомобиль – дорога – среда движения» отмечено в работах Г. И. Клиновштейна⁴. В его интерпретации термин «среда» охватывает пешеходов, а также погоднo-климатические факторы (метеорологическую видимость, осадки, ветер, температуру воздуха) [6].

Система «участник дорожного движения – транспортное средство – автомобильная дорога – среда» с целью обеспечения БДД на основе теории информационного взаимодействия представлена в трудах Е. В. Куракиной [13]. В укрупненную группу «участник дорожного движения» кроме водителя, пешехода и пассажира транспортного средства отнесены велосипедист, мотоциклист, а также участники движения, передвигающиеся на средстве индивидуальной мобильности и др.⁵

Организация движения транспортных потоков с учётом безопасности пешеходов рассмотрены в работах В. В. Сильянова, Г. И. Клиновштейна, Ю. А. Кременца, Е. М. Лобанова, В. И. Коноплянка. Организацию и моделирование движения пешеходов, выбор вида пешеходного перехода и средств организации движения для обеспечения безопасности изучали О. Л. Белков⁶, О. Ю. Булатова [1], Н. С. Веремчук [2], В. С. Волков [4], Р. В. Гусейнов [5], В. В. Зырянов [19], Д. В. Капский [8–10], П. А. Ким [11], В. А. Корчагин и В. Э. Клявин [12], К. Н. Лукьянов [14], А. Ю. Михай-

⁴ Клиновштейн Г. И., Афанасьев М. Б. Организация дорожного движения: Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности «Орг. и безопасность движения» – 5-е изд., перераб. и доп. – М: Транспорт, 2001. – 247 с.

⁵ Ильина И. Е. Методология обеспечения безопасности дорожного движения с учетом подготовленности водителей: дис. ... д-ра техн. наук. – Оренбург: ОГУ: 2024. – 337 с.

⁶ Белков О. Л. Обоснование модели обеспечения безопасности дорожного движения пешеходов: автореф. дис. канд. техн. наук. – Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2003. – 25 с.

лов [15], С. П. Озорнин [16], Е. В. Печатнова [3; 17; 21], М. Н. Поздняков [18], М. Г. Симуль [20], С. Л. Чикалина [22], Е. Н. Чикалин⁷, А. В. Симаков⁸, В. В. Чванов⁹ и др.

Важности влияния планировочной структуры улично-дорожной сети на безопасность дорожного движения пешеходов посвящены труды Ю. Д. Шелкова, Д. С. Самойлова, Ю. А. Ставничего [6].

Современные зарубежные ученые Feng Shumin и Pei Yulong [23], K. Jamroz [24], Jodie Y. S. Lee., William H. K. Lam [25], King Mark J., Soole David W. [26], Muhammad Moazzam Ishaque, Robert B. Noland [30], Nasar Jack L. [27], Qingfeng Li, Zhaoan Wang, Jianguo Yang, Jinmei Wang [28], A. Pashkevichi и M. Nowak [29] занимаются вопросами моделирования движения пешеходов на пешеходных переходах и исследуют взаимосвязь между скоростью транспортного средства и риском травмы пешеходов.

Данные исследования отражают результаты по отдельному конкретному фактору. Поэтому актуальным является группировка факторов, учитывающих погодные и временные условия, состояние улично-дорожной сети и наличия технических средств регулирования движения, психофизиологические особенности пешехода и т.д., способствующих совершению ДТП, связанных с наездом на пешеходов, и выявление наиболее значимых с целью снижения показателей аварийности.

Методика определения факторов, влияющих на риск совершения ДТП, связанных с наездом на пешеходов

Для определения значимых факторов, влияющих на возможность совершения ДТП с участием пешеходов и их взаимосвязь, применён факторный анализ. Обязательными условиями его проведения являются следующие: количественные переменные должны быть интервальными или метрическими, номинальные переменные – дихотомическими. Для точности эксперимента выборка должна быть однородной. Так как все исследуемые факторы имеют разную размерность, то предварительно необходимо провести нормирование [7]. Оно позволяет приводить данные

к безразмерному виду, чтобы обеспечить их сравнение. Значение веса (значимости) составляющей группы факторов определяется на основе оценок значимости каждого фактора с помощью регрессионного анализа в программе Python. Весовые коэффициенты отражают вклад фактора в общий результат и зависят от его важности по сравнению с другими факторами.

Суть методики заключается в выборе факторов, их группировке в индексы по схожей семантике [7]. Для оценки влияния различных факторов на безопасность движения пешеходов на основании анализа карточек ДТП определены 22 фактора, которые, в свою очередь, образуют 6 индексов безопасности дорожного движения (БДД), определяющих риск возникновения ДТП с участием пешехода:

- K_{Π} индекс БДД в зависимости от физических и психологических особенностей пешехода, учитывающий возраст, пол, социальный статус и др.;
- K_{Γ} – индекс БДД в зависимости от погодных условий, учитывающий температуру воздуха, состояние погоды, атмосферное давление;
- K_{Δ} индекс БДД в зависимости от даты совершения ДТП, учитывающий месяц, день недели, время дня, а также праздничный и предпраздничный дни;
- $K_{\text{м}}$ индекс БДД в зависимости от места ДТП, учитывающий тип населенного пункта или автомобильной дороги, расположение пешеходного перехода (при его наличии);
- $K_{\text{олд}}$ – индекс БДД в зависимости от средств регулирования дорожного движения, учитывающий наличие технических средств, в том числе средств фиксации нарушений;
- $K_{\text{плд}}$ индекс БДД в зависимости от участника дорожного движения (водитель, пешеход), нарушившего ПДД.

Каждому фактору присвоен номер, отражающий его сущность и принадлежность к индексу.

Например, индекс БДД пешеходов в зависимости от факторов даты совершения ДТП, суммирующий показатели ДТП с участием пешеходов в зависимости от месяца года, дня недели, времени суток:

$$K_{\Delta_i} = \sum_{\Delta=1}^3 k_{\Delta_i} \beta_{\Delta_i}, \quad (1)$$

где

K_{Δ_i} – нормированная величина количества ДТП с участием пешехода в зависимости от факторов даты совершения ДТП, ед.;

⁷ Чикалин Е. Н. Повышение эффективности организации дорожного движения в зонах нерегулируемых пешеходных переходов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Иркутск: ИрГТУ, 2012. – 21 с.

⁸ Симаков А. В. Обеспечение безопасности движения на наземных пешеходных переходах в городах: автореф. дис. канд. техн. наук. – Иркутск, ИрГТУ, 2012. – 20 с.

⁹ Чванов В. В. Методы оценки и повышения безопасности дорожного движения с учетом условий работы водителя. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 416 с.

$$K_{D_i} = \frac{Q_{D_i} - Q_{D_i}^{min}}{Q_{D_i}^{max} - Q_{D_i}^{min}}, \quad (2)$$

где

Q_{D_i} – значения переменных в зависимости от факторов даты совершения ДТП (месяц года, день недели, время суток), ед.;

$Q_{D_i}^{min}, Q_{D_i}^{max}$ – минимальное и максимальное значения переменных в зависимости от факторов даты совершения ДТП (месяц года, день недели, время суток), ед.;

β_{D_i} – значение веса соответствующего фактора.

Результаты исследования

Математический анализ массива данных ДТП с участием пешеходов в г. Пензе (рисунок 3) позволил

определить количественный показатель для каждого диапазона составляющих индекса «дата».

Российская Федерация, Пензенская область ДТП и пострадавшие пешеходы (01.01.2024-31.01.2024)									
№ п/п	Дата ДТП	Вид ДТП	Адрес	Погибло	Ранено	Кол-во ТС	Кол-во участников		
1	31.01.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Тамбовская 11	0	1	1	2		
4	23.01.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Кирова 25А	0	1	1	2		
5	20.01.2024	Наезд на пешехода	г Пенза пр-кт Строителей 134 А	0	1	1	2		
6	20.01.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Калинина 112	0	1	1	2		
7	19.01.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Дружбы 27 Б	0	1	1	2		
8	18.01.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Суворова 154	0	1	1	2		
9	17.01.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Кирова 67	0	1	1	2		
10	17.01.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Терновского 66	0	1	1	2		
12	15.01.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Калинина 61	0	1	1	2		
13	15.01.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Каракозова 44 к.1	0	1	1	2		
15	12.01.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Суворова 146А	0	1	1	2		
16	11.01.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Свердлова 2	0	1	1	2		
18	10.01.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Окружная 300	0	1	1	2		
19	10.01.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Аустриня 180	0	1	1	2		
20	07.01.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Генерала Глазунова 7	0	1	1	2		
21	06.01.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Шевченко 22	0	1	1	2		
22	06.01.2024	Наезд на пешехода	г Пенза пр-кт Строителей 45А	0	1	1	2		
1	28.02.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Экспериментальная 20а	0	2	1	3		
2	28.02.2024	Наезд на пешехода	г Пенза	0	1	1	2		
3	28.02.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Красная 104	0	1	1	2		
4	27.02.2024	Наезд на пешехода	г Пенза пр-кт Победы 150	0	1	1	2		
7	21.02.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Спартакоская 36А	0	1	1	2		
9	19.02.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Московская 133	0	1	1	2		
11	13.02.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Ленинский Мехлесхоз 30	0	1	1	2		
12	12.02.2024	Наезд на пешехода	г Пенза пр-кт Строителей 30	0	1	1	2		
15	10.02.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул 65-летия Победы 33	0	1	1	2		
16	07.02.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Ладжская 120Б	0	1	1	2		
18	05.02.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Измайлова 58А корп.1	0	1	1	2		
19	04.02.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Пушкина 30	0	1	1	2		
20	04.02.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Революционная 2 к.3	0	1	1	2		
24	01.02.2024	Наезд на пешехода	г Пенза	0	1	1	2		
2	30.03.2024	Наезд на пешехода	г Пенза ул Тепличная 12	1	0	1	2		
4	29.03.2024	Наезд на пешехода	г Пенза	0	1	1	2		

Рисунок 3. Фрагмент массива данных о ДТП, связанных с наездом на пешеходов, по г. Пензе, 2024 г.

Источник: составлено авторами на основе данных показателей состояния безопасности дорожного движения – URL:<http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения 02.06.2025)

Вес факторов, составляющих индекс БДД пешеходов «дата» (месяц, день недели, время суток соответственно):

$$\beta_{D_1} = 0,2864;$$

$$\beta_{D_2} = 0,3187;$$

$$\beta_{D_3} = 0,3944.$$

Видно, что наибольшее влияние на аварийность с участием пешеходов оказывает фактор «время суток».

По предложенной методике определён вес факторов, входящих в индексы, значения которых расшиф-

рованы выше в тексте. В таблице 1 представлено значение веса преобладающего фактора после анализа статистических данных аварийности по г. Пензе.

Таблица 1. Расчетные значения веса преобладающего фактора

Индекс БДД пешеходов	Наименование и значение веса преобладающего фактора
$K_{\text{п}}$	$\beta_{\text{п}_1} = 0,4123$ – возраст
$K_{\text{т}}$	$\beta_{\text{т}_2} = 0,2582$ – состояние погоды
$K_{\text{д}}$	$\beta_{\text{д}_3} = 0,3944$ – время суток
$K_{\text{м}}$	$\beta_{\text{м}_2} = 0,1954$ – вид пешеходного перехода
$K_{\text{одд}}$	$\beta_{\text{одд}_1} = 0,3825$ – светофор
$K_{\text{пдд}}$	$\beta_{\text{пдд}_1} = 0,6341$ – водитель

Источник: составлено авторами на основе расчетных данных

В таблице использованы обозначения: $\beta_{\text{п}_1}$ – вес фактора «возраст пешехода» в индексе БДД $K_{\text{п}}$, учитывающий возраст, пол, социальный статус пешехода; $\beta_{\text{т}_2}$ – вес фактора «состояние погоды» в индексе БДД $K_{\text{т}}$, учитывающий температуру воздуха, состояние погоды, атмосферное давление; $\beta_{\text{д}_3}$ – вес фактора «время суток» в индексе БДД $K_{\text{д}}$, учитывающий месяц, день недели, время суток, а также праздничный и предпраздничный день; $\beta_{\text{м}_2}$ – вес фактора «вид пешеходного перехода» в индексе БДД $K_{\text{м}}$, учитывающий тип населенного пункта или автомобильной дороги, расположение пешеходного перехода (при его наличии); $\beta_{\text{одд}_1}$ – вес фактора «светофор» в индексе $K_{\text{одд}}$, учитывающий наличие технических средств; $\beta_{\text{пдд}_1}$ – вес фактора «водитель» в индексе $K_{\text{пдд}}$, учитывающий категорию участника дорожного движения нарушившего ПДД и ставшего причиной ДТП.

Модель БДД пешеходов с учётом рассмотренных факторов будет охватывать все представленные индексы при условии $Q_{ij} > 0$.

Определённые представленным методом веса факторов, характеризующих их значимость при анализе ДТП с участием пешеходов, позволяют в конечном итоге провести анализ участков улично-дорожной сети и определить очерёдность мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения пешеходов.

Заключение

Исходя из результатов обзора литературных источников и официальных данных аварийности, сгруппированы факторы, влияющие на возможность совершения ДТП с участием пешехода.

Научная новизна заключается в разработке методики определения значимости факторов при анализе ДТП с участием пешеходов, позволяющей комплексно учитывать 22 фактора, характеризующих погодные и временные условия, состояние улично-дорожной сети и наличие технических средств регулирования движения, психофизиологические особенности пешехода и т.д. Представленные факторы не являются исчерпывающими и могут быть дополнены в процессе исследования. Впервые предложены 6 индексов оценки состояния БДД, определяющих возможность возникновения ДТП с участием пешехода.

Вычисленные веса факторов позволили определить их значимость при анализе аварийности с участием пешеходов на конкретных участках улично-дорожной сети.

Направлением дальнейших исследований является изучение составляющих каждого фактора, таких как расположение пешеходного перехода, наличие средств организации дорожного движения, возраст пешехода и т.д., оказывающих влияние на безопасность движения пешеходов.

Литература

1. Булатова О. Ю., Зырянов В. В. Организация безопасного движения пешеходных потоков при проведении городских массовых мероприятий // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2024. – № 2. – С. 57–63. – <https://doi.org/10.36535/0236-1914-2024-02-8>. – EDN: MVJLIC.
2. Веремчук Н. С., Кондрин А. В. О разработке имитационной модели пешеходного перехода // Образование. Транспорт. Инновации. Строительство. Сборник материалов IV Национальной научно-практической конференции. Омск, 22–23 апреля 2021 года. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ). – 2021. – С. 724–727. – EDN: IGTKFI.
3. Влияние отдельных метеорологических параметров на риск возникновения наезда на пешехода / Е. В. Печатнова [и др.] // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2024. – № 6. – С. 53–59. – <https://doi.org/10.36535/0236-1914-2024-06-8>. – EDN: DFZCZS.
4. Волков В. С., Кастырин Д. Ю., Лебедев Е. Г. Влияние скоростного режима движения транспорта на показатель опасности дорожного пересечения // Мир транспорта и технологических машин. – 2017. – № 2 (57). – С. 74–80. – EDN: ZAFHMF.
5. Гусейнов Р. В., Ахмедова М. Р., Алиева К. А. Методика выбора типа пешеходного перехода на внутри-городских улицах с учетом безопасности движения пешеходов // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 1 (76). – С. 54–61. – <https://doi.org/10.33979/2073-7432-2022-76-1-54-61>. – EDN: FCUBYA.
6. Ильина И. Е. «Пешеход» в системе ВАДС как один из аспектов оценки состояния безопасности дорожного движения // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – 2021. – № 1 (71). – С. 259–263. – <https://doi.org/10.34771/UZCEPU.2021.71.1.054>. – EDN: CDOYVE.
7. Ильина И. Е., Витвицкий Е. Е. Индексы для оценки уровня безопасности дорожного движения в регионах // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2025. – Т. 22., № 1 (101). – С. 68–77. – <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-1-68-77>. – EDN: XVCDWQ.
8. Капский Д. В., Рябчинский А. И., Пегин П. А. Определение экономических потерь в дорожном движении на нерегулируемых пешеходных переходах в местах установки искусственных неровностей // Мир транспорта и технологических машин. – 2012. – № 3 (38). – С. 103–112. – EDN: PCCKZP.
9. Капский Д. В., Пегин П. А., Корчагин В. А. Особенности оценки транспортно-пешеходного конфликта на перекрестках // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2015. – № 2 (37). – С. 129–136. – EDN: TYGALJ.
10. Капский Д. В., Пегин П. А., Рябчинский А. И. Прогнозирование аварийности по методу конфликтных зон на пешеходных переходах в зоне искусственных неровностей // Мир транспорта и технологических машин. – 2015. – № 1 (48). – С. 111–118. – EDN: TNIJIV.
11. Ким П. А., Озорнин С. П., Масленников В. Г. Снижение риска наезда на пешеходов в условиях ограниченной видимости на нерегулируемых пешеходных переходах // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2014. – № 6 (89). – С. 147–154. – EDN: SGIWEL.
12. Корчагин В. А., Клявин В. Э., Симаков А. В. Классификация наземных пешеходных переходов // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2012. – № 1 (60). – С. 103–108. – EDN: OOVJBF.
13. Куракина Е. В., Складорова А. А. Повышение уровня безопасности дорожного движения в системе «участник дорожного движения – транспортное средство – дорога – внешняя среда» // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2020. – Т. 17, № 4 (74). – С. 488–499. – <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-4-488-499>. – EDN: KCYSWW.
14. Лукьянов К. Н. Аналитический обзор современных средств безопасности на нерегулируемых пешеходных переходах // Бизнес и общество. – 2021. – № 1 (29). – С. 10. – EDN: NLFHUL.
15. Михайлов А. Ю., Шестеров Е. А. Условия эффективного применения выделенных пешеходных фаз // Вестник гражданских инженеров. – 2021. – № 4 (87). – С. 134–142. – <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2021-18-4-134-142>. – EDN: TEUBIU.
16. Озорнин С. П., Ким П. А. Обеспечение безопасности пешеходов в условиях интенсивного городского движения автотранспортных средств // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 2, № 2 (71). – С. 21–25. – EDN: RCNHUF.
17. Печатнова Е. В., Новиков И. А. Оценка распределения числа наездов на пешеходов по участкам дорог с различными характеристиками // Вестник гражданских инженеров. – 2023. – № 5 (100). – С. 79–87. – <https://doi.org/10.23968/1999-5571-2023-20-5-79-87>. – EDN: LEDBNQ.

18. Поздняков М. Н. Исследование скорости движения пешеходов // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 2 (25). – С. 143. – EDN: QLITCX.
19. Разработка геоинформационной базы пешеходных потоков в Ростовской агломерации / А. В. Домбалин [и др.] // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 2 (81). – С. 81–88. – [https://doi.org/10.33979/2073-7432-2023-2\(81\)-81-88](https://doi.org/10.33979/2073-7432-2023-2(81)-81-88). – EDN: NCMLVU.
20. Симуль М. Г., Порхачёва С. М. Влияние некоторых факторов на соблюдение водителями правил проезда пешеходных переходов // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2017. – № 1 (79). – С. 8–9. – EDN: YHXBVD.
21. Частотная оценка характеристик водителя при наездах на пешехода / Е. В. Печатнова [и др.] // Мир транспорта и технологических машин. – 2024. – № 2-2 (85). – С. 98–106. – [https://doi.org/10.33979/2073-7432-2024-2-2\(85\)-98-106](https://doi.org/10.33979/2073-7432-2024-2-2(85)-98-106). – EDN: LFJZAH.
22. Чикалина С. Л. К вопросу о безопасности пешеходов на нерегулируемых пешеходных переходах // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2011. – № 11 (58). – С. 156–158. – EDN: OKBJBJ.
23. Feng Sh., Pei Yu. (2007) Analysis of Vehicle Delay on Road Sections on the Condition of Pedestrian Crossing. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*. Vol. 7, No. 3, pp. 73–77. – [https://doi.org/10.1016/S1570-6672\(07\)60023-3](https://doi.org/10.1016/S1570-6672(07)60023-3). (In Eng.).
24. Jamroz K., et al. (2014) Ochrona pieszych. Podręcznik dla organizatorów ruchu pieszego. Gdańsk, Cracow and Warsaw. P. 9. – Poland: Ministry of Infrastructure and Development. – <https://doi.org/10.13140/2.1.3172.9447>. (In Polish).
25. Jodie Y. S. Lee., William H. K. Lam (2008) Simulating pedestrian movements at signalized crosswalks in Hong Kong. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Vol. 42, No. 10, pp. 1314–1325. – <https://doi.org/10.1016/j.tra.2008.06.009>. (In Eng.).
26. King M. J., Soole D. W., Ghafourian A. (2009) Illegal pedestrian crossing at signalised intersections: Incidence and relative risk. *Accident Analysis & Prevention*. Vol. 41, No. 3, pp. 485–490. – <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.01.008>. (In Eng.).
27. Nasar Jack L. (2003) Prompting drivers to stop for crossing pedestrians. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. Vol. 6, No. 3, pp. 175–182. – [https://doi.org/10.1016/S1369-8478\(03\)00024-X](https://doi.org/10.1016/S1369-8478(03)00024-X). (In Eng.).
28. Qingfeng Li, et al. (2005) Pedestrian delay estimation at signalized intersections in developing cities. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Vol. 39, No. 1, pp. 61–73. – <https://doi.org/10.1016/j.tra.2004.11.002>. (In Eng.).
29. Pashkevich A., Nowak M. (2017) Road safety risk assessment at pedestrian crossings: a case study from Sulkowice. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*. No. 95, pp. 159–170. – <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2017.95.15>. (In Eng.).
30. Robert B. Noland, Muhammad Moazzam Ishaque (2007) Trade-offs between vehicular and pedestrian traffic using micro-simulation methods. *Transport Policy*. Vol. 14, No. 2, pp. 124–138. – <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2006.11.001>. (In Eng.).

References

1. Bulatova, O. Yu., Zyryanov, V. V. (2024) [Organization of safe movement of pedestrian flows during urban mass events]. *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. Nauchnyy informacionnyy sbornik*. [Transport: science, technology, management. Scientific information collection]. Vol. 2, pp. 57–63. (In Russ.).
2. Veremchuk, N. S., Kondrin, A. V. (2021) [On the development of an imitation model of a pedestrian crossing]. *Obrazovanie. Transport. Innovacii. Stroitel'stvo. Sbornik materialov IV Nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii. Omsk. 22–23 aprelya 2021 goda* [Education. Transport. Innovation. Construction. Collection of materials of the IV National Scientific and Practical Conference. Omsk. Siberian State Automobile and Road University (SibADI)], pp. 724–727. (In Russ.).
3. Pechatnova, E. V., et al. (2024) [The influence of certain meteorological parameters on the risk of hitting a pedestrian]. *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. Nauchnyy informacionnyy sbornik* [Transport: science, technology, management. Scientific Information Collection]. Vol. 6, pp. 53–59. (In Russ.).
4. Volkov, V. S., Kastrin, D. Yu., Lebedev, E. G. (2017) [The influence of the high-speed mode of transport on the indicator of the danger of road crossing]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin* [The world of transport and technological machines]. Vol. 2 (57), pp. 74–80. (In Russ.).
5. Huseynov, R. V., Akhmedova, M. R., Alieva, K. A. (2022) [Methodology for choosing the type of pedestrian

crossing on inner-city streets, taking into account pedestrian safety]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin* [The world of transport and technological machines]. Vol. 1 (76), pp. 54–61. (In Russ.).

6. Ilina, I. E. (2021) [«Pedestrian» in the VADS system as one of the aspects of assessing the state of road safety]. *Uchenye zapiski Krymskogo inzhenerno-pedagogicheskogo universiteta* [Scientific Notes of the Crimean Engineering and Pedagogical University]. Vol. 1 (71), pp. 259–263. (In Russ.).

7. Ilina, I. E., Vitvitsky, E. E. (2025) [Indexes for assessing the level of road safety in the regions]. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta* [Bulletin of the Siberian State Automobile and Road University]. Vol. 22, No. 1 (101), pp. 68–77. (In Russ.).

8. Kapsky, D. V., Ryabchinsky, A. I., Pegin, P. A. (2012) [Determination of economic losses in traffic at unregulated pedestrian crossings in places where artificial bumps are installed]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin* [The world of transport and technological machines]. Vol. 3 (38), pp. 103–112. (In Russ.).

9. Kapsky, D. V., Pegin, P. A., Korchagin, V. A. (2015) [Features of assessing transport and pedestrian conflict at intersections]. *Vestnik Tihookeanskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Pacific State University]. Vol. 2 (37), pp. 129–136. (In Russ.).

10. Kapsky, D. V., Pegin, P. A., Ryabchinsky, A. I. (2015) [Forecasting of accidents by the method of conflict zones at pedestrian crossings in the zone of artificial irregularities]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin* [The world of transport and technological machines]. Vol. 1 (48), pp. 111–118. (In Russ.).

11. Kim, P. A., Ozornin, S. P., Maslennikov, V. G. (2014) [Reducing the risk of hitting pedestrians in conditions of limited visibility at unregulated pedestrian crossings]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Irkutsk State Technical University]. Vol. 6 (89), pp. 147–154. (In Russ.).

12. Korchagin, V. A., Klyavin, V. E., Simakov, A. V. (2012) [Classification of surface pedestrian crossings]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Irkutsk State Technical University]. Vol. 1(60), pp. 103–108. (In Russ.).

13. Kurakina, E. V., Sklyarova, A. A. (2020) [Improving the level of road safety in the system «road user – vehicle – road – external environment»]. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta* [Bulletin of the Siberian State Automobile and Road University]. Vol. 17. No. 4 (74), pp. 488–499. (In Russ.).

14. Lukyanov, K. N. (2021) [Analytical review of modern safety equipment at unregulated pedestrian crossings]. *Biznes i obshchestvo: elektronnyy zhurnal* [Business and society: electronic journal]. Vol. 1(29), p. 10. (In Russ.).

15. Mikhailov, A. Yu., Shesternov, E. A. (2021) [Conditions for the effective use of dedicated pedestrian phases]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov* [Bulletin of Civil Engineers]. Vol. 4 (87), pp. 134–142. (In Russ.).

16. Ozornin, S. P., Kim, P. A. (2013) [Ensuring pedestrian safety in conditions of heavy urban traffic of motor vehicles]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Saratov State Technical University]. Vol. 2. No. 2 (71), pp. 21–25. (In Russ.).

17. Pechatnova, E. V., Novikov, I. A. (2023) [Estimation of the distribution of the number of pedestrian collisions along road sections with different characteristics]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov* [Bulletin of Civil Engineers]. Vol. 5(100), pp. 79–87. (In Russ.).

18. Pozdnyakov, M. N. (2013) [Pedestrian speed research]. *Inzhenernyy vestnik Dona* [Engineering Bulletin of the Don]. Vol. 2 (25), 143 p. (In Russ.).

19. Dombalyan, A. V., et al. (2023) [Development of a geoinformation database of pedestrian flows in the Rostov agglomeration]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin* [The world of transport and technological machines]. Vol. 2 (81), pp. 81–88. (In Russ.).

20. Simul, M. G., Porkhacheva, S. M. (2017) [The influence of certain factors on drivers' compliance with the rules of passage of pedestrian crossings]. *Nauka i tekhnika v dorozhnoy otrasli* [Science and technology in the road industry]. Vol. 1 (79), pp. 8–9. (In Russ.).

21. Pechatnova, E. V., et al. (2024) [Frequency assessment of driver characteristics during pedestrian collisions]. *Mir transporta i tekhnologicheskikh mashin* [The world of transport and technological machines]. Vol. 2–2 (85), pp. 98–106. (In Russ.).

22. Chicalina, S. L. (2011) [On the issue of pedestrian safety at unregulated pedestrian crossings]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Irkutsk State Technical University]. Vol. 11 (58), pp. 156–158. (In Russ.).

23. Feng, Sh., Pei, Yu. (2007). Analysis of Vehicle Delay on Road Sections on the Condition of Pedestrian Crossing. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*. Vol. 7, No. 3, pp. 73–77. – [https://doi.org/10.1016/S1570-6672\(07\)60023-3](https://doi.org/10.1016/S1570-6672(07)60023-3). (In Eng.).

24. Jamroz, K., et al. (2014) Ochrona pieszych. Podręcznik dla organizatorów ruchu pieszego. Gdańsk, Cracow and Warsaw. *Poland: Ministry of Infrastructure and Development*, pp. 9. – <https://doi.org/10.13140/2.1.3172.9447>. (In Polish).
25. Jodie, Y. S. Lee, William, H. K. Lam (2008) Simulating pedestrian movements at signalized crosswalks in Hong Kong. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Vol. 42, No. 10 (December), pp. 1314–1325. – <https://doi.org/10.1016/j.tra.2008.06.009>. (In Eng.).
26. King, M. J., Soole, D. W., Ghafourian, A. (2009) Illegal pedestrian crossing at signalised intersections: Incidence and relative risk. *Accident Analysis & Prevention*. Vol. 41, No. 3, pp. 485–490. – <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.01.008>. (In Eng.).
27. Nasar, Jack L. (2003) Prompting drivers to stop for crossing pedestrians. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. Vol. 6, No. 3 (September), pp. 175–182. – [https://doi.org/10.1016/S1369-8478\(03\)00024-X](https://doi.org/10.1016/S1369-8478(03)00024-X). (In Eng.).
28. Qingfeng, Li, et al. (2005) Pedestrian delay estimation at signalized intersections in developing cities. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Vol. 39, No. 1, pp. 61–73. – <https://doi.org/10.1016/j.tra.2004.11.002>. (In Eng.).
29. Pashkevich, A., Nowak, M. (2017) Road safety risk assessment at pedestrian crossings: a case study from Sulkowice. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*. No. 95, pp. 159–170. – <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2017.95.15>. (In Eng.).
30. Robert, B. Noland, Muhammad Moazzam Ishaque (2007) Trade-offs between vehicular and pedestrian traffic using micro-simulation methods. *Transport Policy*. Vol. 14, No. 2, pp. 124–138. – <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2006.11.001>. (In Eng.).

Информация об авторах:

Ирина Евгеньевна Ильина, доктор технических наук, доцент, доцент кафедры «Технический сервис машин», Пензенский государственный аграрный университет, Пенза, Россия

ORCID ID: 0000-0003-0261-7824

e-mail: ilyina.i.e@pgau.ru

Кристина Александровна Перекусихина, аналитик 2 категории отдела организации дорожного движения, Государственное бюджетное учреждение Пензенской области «Безопасный регион», Пенза, Россия

ORCID ID: 0009-0007-8452-3130

e-mail: k.perekusihina@br.pnzreg.ru

Владимир Иванович Рассоха, доктор технических наук, доцент, декан транспортного факультета, Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия

ORCID ID: 0000-0002-2499-6530

e-mail: cabin2012@yandex.ru

Вклад соавторов:

Ильина И. Е. – анализ результатов литературного обзора, разработка методики проведения исследования, координация работ при проведении анализа литературных источников, обоснование концепции исследования; планирование аналитической части исследования; обобщение результатов исследования, формулировка выводов, редактирование и переработка рукописи.

Перекусихина К. А. – обзор литературных источников, сбор и систематизация исходных данных, обработка полученных результатов, анализ и обсуждение результатов.

Рассоха В. И. – анализ проблемы, формулирование цели и задач исследования, названия статьи, разработка концептуального подхода и теоретической части исследования, интерпретация результатов; формулировка выводов.

Статья поступила в редакцию: 09.06.2025; принята в печать: 30.09.2025.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about the authors:

Irina Evgenyevna Ilyina, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Service of Machines, Penza State Agrarian University, Penza, Russia

ORCID iD: 0000-0003-0261-7824

e-mail: ilyina.i.e@pgau.ru

Kristina Aleksandrovna Perekusikhina, 2nd category analyst of the Department of Road Traffic Organization, State Budgetary Institution of the Penza Region «Safe Region», Penza, Russia

ORCID iD: 0009-0007-8452-3130

e-mail: k.perekusihina@br.pnzreg.ru

Vladimir Ivanovich Rassokha, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Dean of the Transport Faculty, Orenburg State University, Orenburg, Russia

ORCID iD: 0000-0002-2499-6530

e-mail: cabin2012@yandex.ru

Contribution of the authors:

Ilyina I. E. – analysis of the literature review results, development of the research methodology, coordination of work during the analysis of literary sources, substantiation of the research concept; planning the analytical part of the research; generalization of the research results, formulation of conclusions, editing and revision of the manuscript.

Perekusikhina K. A. – review of literary sources, collection and systematization of the initial data, processing of the obtained results, analysis and discussion of the results.

Rassokha V. I. – analysis of the problem, formulation of the goal and objectives of the research, title of the article, development of the conceptual approach and theoretical part of the research, interpretation of the results; formulation of conclusions.

The paper was submitted: 09.06.2025.

Accepted for publication: 30.09.2025.

The authors have read and approved the final manuscript.