

Научная статья
 УДК 656.089
 DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-6-928-939>
 EDN: GMBLVG



ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВАРИЙНОСТИ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

B.C. Асламова¹ A.A. Асламов², Е.А. Пряхина¹

¹Иркутский государственный университет путей сообщения,
г. Иркутск, Россия

²Ангарский государственный технический университет,
г. Ангарск, Россия

ответственный автор
 aslamovav@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. Выполнен обзор подходов повышения безопасности дорожного движения и применяемых для этого методов и моделей. Выявлено, что детская безопасность на дорогах остается насущной проблемой всего мирового сообщества. Отмечено, что, несмотря на значительное сокращение числа дорожно-транспортных происшествий на иркутских автомобильных дорогах, их величина по-прежнему высока, поэтому исследование динамики всех показателей и влияющих факторов следует продолжить для выяснения тенденций их изменения.

Цель проведения исследования. Моделирование тенденций изменений количества ДТП и травмируемых в ДТП участников с использованием регрессионного анализа, исследования изменений показателей ДТП и влияющих факторов на автомобильных дорогах Иркутской области за период 2019–2024 гг.

Материалы и методы. Для прогнозирования численностей ДТП и травмируемых (сумма погибших и раненых) на иркутских дорогах за 2019–2024 гг. данные статистики ГИБДД обрабатывались в пакете Statgraphics. По наибольшей величине коэффициента детерминации выбирался вид регрессионной модели. Динамика аварийности показателей дорожного травматизма иллюстрирована в MS Excel. Применились методы: системного анализа, компьютерного моделирования на основе регрессионного анализа, статистического анализа связей факторов, провоцирующих реализацию ДТП.

Результаты. Выполнен анализ дорожной аварийности в Иркутской области за 2019–2024 гг. Получены регрессионные модели численностей ДТП и травмируемых с высокими коэффициентами детерминации 99,4–99,6%, что позволяет их использовать для прогноза.

Заключение. Исследование продемонстрировало устойчивое уменьшение числа ДТП и травмируемых в нем людей, получены статистически значимые модели регрессий их динамики. Показано, что в 2024 г. произошло 88,7% ДТП вследствие нарушения ПДД водителями. В 70,32% случаев нарушили правила водители легковых автомашин (из них в 14,5% водителей были пьяны), 41% водителей-нарушителей правил были возрастом от 30 до 50 лет. В 14,5% случаев нарушили ПДД водители со стажем управления, превышающим 30 лет.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: дорожно-транспортное происшествие, безопасность дорожного движения, тяжесть последствий

Статья поступила в редакцию 24.11.2025; одобрена после рецензирования 10.12.2025; принята к публикации 15.12.2025.

Все 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: Асламова В.С., Асламов А.А., Пряхина Е.А. Динамика показателей аварийности на автомобильных дорогах Иркутской области // Вестник СибАДИ. 2025. Т. 22, № 6. С. 928-939. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-6-928-939>

© Асламова В.С., Асламов А.А., Пряхина Е.А., 2025



Контент доступен под лицензией
 Creative Commons Attribution 4.0 License.

Original article

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-6-928-939>

EDN: GMBLVG

DYNAMICS OF ACCIDENT RATES ON THE ROADS OF THE IRKUTSK REGION

Vera S. Aslamova¹ , Alexandr A. Aslamov², Elizaveta A. Pryakhina¹

¹Irkutsk State Transport University,
Irkutsk, Russia

²Angarsk State Technical University,
Angarsk, Russia

 corresponding author
aslamovav@yandex.ru

ABSTRACT

Introduction. A review of approaches to improve road safety, as well as the methods and models used for this purpose, has been conducted. It has been revealed that children safety on roads remains a pressing issue for the global community. It has been noted that, despite a significant decrease in the number of traffic accidents on Irkutsk roads, their quantity is still high, and further research on the dynamics of all indicators and influencing factors is necessary to identify their changing trends.

The purpose of the study. To model tendencies in the number of road accidents and injured traffic participants with the use of regression analysis, to study changes in road accident rates and influencing factors on Irkutsk region roads for the period from 2019 to 2024.

Materials and methods. To predict the number of traffic accidents and injured people (sum of hurt and fatal) on Irkutsk roads from 2019 to 2024, traffic police statistics were processed in the Statgraphics. The type of regression model was selected based on the highest value of the determination coefficient. The dynamics of traffic accident rates and road injuries were illustrated in MS Excel. The following methods were used: system analysis, computer modeling based on regression analysis, and statistical analysis of the factors that cause traffic accidents.

Results. The analysis of road accidents in the Irkutsk region for the period from 2019 to 2024 has been performed. Regression models of the number of road accidents and injured people have been obtained with high determination coefficients of 99.4 - 99.6%, which allow them to be used for forecasting.

Conclusion. The study has demonstrated a steady decrease in the number of road accidents and the number of people injured in them, and statistically significant regression models for their dynamics have been obtained. It was shown that in 2024, 88.7% of road accidents were caused by drivers violating traffic rules. In 70.32% of cases, drivers of passenger cars violated the rules (14.5% of which were drunk). 41% of traffic offenders were between 30 and 50 years old. In 14.5% of cases, traffic violations were committed by drivers with over 30 years of driving experience.

KEYWORDS: road traffic accident, road safety, severity of consequences

The article was submitted: November 24, 2025; **approved after reviewing:** December 10, 2025; **accepted for publication:** December 15, 2025.

All 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: Aslamova V.S., Aslamov A.A., Pryakhina E.A. Dynamics of accident rates on the roads of the Irkutsk region. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2025; 22 (6): 928-939. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-6-928-939>

© Aslamova V.S., Aslamov A.A., Pryakhina E.A., 2025



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

ВВЕДЕНИЕ

Безопасность дорожного движения (БДД) и уменьшение дорожного травматизма – это важные темы, которые активно исследуются учеными во всем мире в следующих ключевых аспектах:

1. Инженерные решения, которые акцентируют внимание на улучшении инфраструктуры, включая проектирование дорог и состояние дорожной инфраструктуры. Обсуждаются лучшие практики в инженерии, включая создание безопасных перекрестков и дорожных знаков, использование современных технологий, таких как интеллектуальные транспортные системы. Эти меры помогают снизить вероятность реализации ДТП и минимизировать его последствия [1, 2, 3, 4].

2. Образование и просвещение, утверждающие, что обучение водителей и пешеходов безопасному поведению на дороге играет ключевую роль. Исследования показывают, что обучение существенно изменяет поведение участников дорожного движения и снижает число аварий [5, 6, 7].

3. Использование современных технологий, таких как системы автоматического торможения, адаптивный круиз-контроль, автоматизированные транспортные средства (ТС) и интеллектуальные транспортные системы, а также системы мониторинга состояния водителя [8]. Ученые отмечают, что такие технологии, включая информационные [9, 10], могут помочь предотвратить человеческие ошибки, которые часто становятся причиной ДТП.

4. Анализ данных и прогнозирование аварийности позволяет более эффективно планировать меры по повышению БДД. Приводятся примеры успешного применения аналитики больших данных в разных странах, включая использование сенсоров, GPS-данных и социальных медиа для анализа дорожной ситуации. Обсуждаются преимущества, которые могут быть достигнуты с помощью этих технологий, такие как более точное планирование инфраструктуры и улучшение реакций служб экстренной помощи [11, 12, 13].

5. Психология поведения помогает понять, как различные факторы, такие как стресс, усталость и влияние алкоголя, влияют на поведение водителей и на принятие ими решений. Обсуждаются стратегии, направленные на снижение рисков, связанных с этими факторами, включая программы обучения водителей, использование технологий, таких как системы предупреждения об усталости [14, 15]. Исследователи подчеркивают важность

учета психологических аспектов при разработке мер, в том числе профилактических, по повышению БДД.

6. Международное сотрудничество. Многие ученые подчеркивают важность международного обмена практическим опытом в сфере БДД. Совместные проекты и исследования могут привести к более эффективным решениям [16, 17, 18].

7. Перечисленные аспекты подчеркивают многообразие подходов к решению проблемы обеспечения БДД и снижения травматизма. Система обеспечения БДД имеет очень сложную структуру со множеством подсистем и элементов, ее онтология представлена в статье [19]. Указанное требует использования системного подхода при анализе ДТП.

Проблема детской БДД – одна из насущных мировых проблем современности из-за увеличения количества ТС и интенсивности дорожного движения [19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28], которая требует неукоснительного внимания по следующим причинам:

1. Защита уязвимых групп. Дети – одна из самых уязвимых категорий участников дорожного движения. Их физическое и психическое развитие делает их менее способными правильно оценивать дорожные риски и принимать безопасные решения.

2. Долгосрочные последствия. Смерть или травма ребенка может иметь разрушительные последствия не только для семьи, но и для общества в целом. Потеря ребенка вызывает огромную эмоциональную боль и может нанести психологическую травму родителям.

3. Профилактика. Многие случаи детской смертности на дорогах можно предотвратить с помощью применения эффективных мер безопасности, таких как использование детских автокресел, обучение детей ПДД (правилам дорожного движения), использование светоотражающих элементов на одежде и улучшение инфраструктуры автодорог.

4. Социальная ответственность. Общество несет ответственность за создание безопасной среды для своих членов, особенно для самых уязвимых. Устранение причин детской смертности на дорогах является частью этой ответственности.

5. Экономические затраты. ДТП с участием подростков и детей приводят к значительным экономическим затратам для системы здравоохранения и общества в целом. Эти затраты можно снизить, внедряя меры БДД и программы профилактики.

6. Мировые цели. В рамках глобальных инициатив, таких как «Десятилетие действий по безопасности дорожного движения», страны стремятся сократить количество жертв на дорогах, включая детей, что является важной частью достижения устойчивого развития.

Решение проблемы детской смертности на дорогах требует комплексного подхода, включая образование, законодательство, улучшение инфраструктуры и общественное сознание. Это не только вопрос безопасности, но и вопрос справедливости и заботы о будущем.

В статье [29] проанализированы этапы развития системы БДД: создание, развитие и консолидация, которая трансформирует структуру БДД и обеспечивает повышение её надёжности и эффективности. Указывается на четкую взаимосвязь между государственной политикой и мерами, которые ориентированы по повышение БДД. Уровень дорожного травматизма создает основательные последствия для государства из-за угрозы снижения численности и здоровья его населения. На решение проблем БДД большое влияние оказывает не только наличие национальной стратегии БДД, а также существующий механизм финансирования стратегических целей, ориентированных на снижение уровня смертности.

Уменьшения количества ДТП можно достичь путем устранения факторов риска. Как утверждает Херманс с соавторами [30], в качестве фактора риска может выступать любой фактор, усугубляющий тяжесть травмы или снижающий вероятность ее получения при ДТП. Так, важным фактором риска считается поведение участников дорожного движения. Управление автомобилем пьяным водителем ВОЗ относит к одному из главных факторов риска реализации ДТП [31, 32, 33, 34]. Существенным фактором риска является состояние усталости водителя [34].

Для прогнозирования показателей и риска реализации ДТП применяются методы и модели: математической статистики: модель Пуассона на основе данных о движении и характеристиках дороги [35], негативная биномиальная модель [36] для анализа аварийности на городских дорогах, учитывая такие факторы, как плотность населения и наличие светофоров; пространственная регрессионная модель для анализа влияния различных факторов на ДТП в зависимости от их местоположения [37]; модели временных рядов, позволяющие учитывать сезонные и временные

колебания [38, 39]; логико-вероятные методы, системно-когнитивный анализ [12], модели машинного обучения, такие как деревья решений, случайные леса и нейронные сети, семантические информационные модели [40, 41, 42] и др., которые все чаще используются для прогнозирования количества ДТП. Эти модели могут обрабатывать большие объемы данных и выявлять сложные зависимости.

Об актуальности проведенного исследования свидетельствуют также данные рейтинга МВД за 6 мес. 2023 г., согласно которому Иркутская область занимала 67 место среди регионов. Фактические значения социального и транспортного риска в области существенно превышают Российские показатели в 1,29 и 1,52 раза соответственно [27]. Несмотря на отмеченное снижение показателей травматизма в 2024 г. [27] и большое число работ, посвященных БДД, анализ динамики всех показателей ДТП необходимо продолжить, чтобы выяснить тенденции их изменения.

Цель исследования: моделирование тенденций изменений количества ДТП и травмируемых в ДТП участников с использованием регрессионного анализа, исследование изменений показателей ДТП и влияющих факторов на дорогах Иркутской области за период 2019–2024 гг.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для прогнозирования количества ДТП и травмируемых (сумма погибших и раненых) на иркутских дорогах за 2019–2024 гг. данные статистики ГИБДД обрабатывались в пакете Statgraphics. По наибольшей величине коэффициента детерминации выбирался вид регрессионной модели. Проверка статистической значимости модели позволяет определить, насколько хорошо модель аппроксимирует реальные данные. Использованы следующие ключевые критерии статистической значимости для оценки качества предсказаний по модели: коэффициент детерминации R^2 , %, показывающий, какой процент данных (или процент дисперсии зависимой переменной) объясняется регрессией; скорректированный коэффициент детерминации R^2_c , %, описывающий тесноту связи между переменными (зависимой и независимой); среднеквадратичная ошибка σ , измеряющая среднее квадратов разностей между предсказанными и фактическими (наблюдаемыми) значениями; средняя абсолютная ошибка Δ , высчитывающая среднее значение абсолютных разно-

стей между предсказанными и фактическими значениями; коэффициент Дарбина-Уотсона DW использовали для проверки автокорреляции остатков. Он измеряет, насколько остатки зависят друг от друга. Значение коэффициента варьируется от 0 до 4. Если DW стремится к 2, то это говорит об отсутствии автокорреляции; если $0 \leq DW < 2$ – положительная автокорреляция (остатки, вероятно, связаны друг с другом). При выполнении неравенства $2 < DW \leq 4$ – отрицательная автокорреляция. Тогда вычисляется новое значение коэффициента $DW = 4 - DW$. Наличие автокорреляции может указывать на проблемы в модели, такие как пропущенные переменные или неправильная спецификация модели, что может привести к неверным выводам.

Визуально рассматривался график остатков (разности между предсказанными и фактическими значениями), оценивающий предсказательную способность модели. Остатки должны быть случайными и не иметь никаких аномальных выбросов. Для большей наглядности представлялся также график сравнения предсказанных по модели значений зависимой переменной с ее наблюдаемыми значениями. По стандартным ошибкам параметров модели оценивали надежность оценок коэффициентов в регрессионной модели. Все параметры разработанных моделей значимые.

Многофакторный анализ динамики аварийности показателей ДТП выполнялся в MS Excel. Применялись методы: системного анализа, компьютерного моделирования на основе регрессионного анализа, статистического анализа связей факторов, обуславливающих реализацию ДТП и его показатели.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В таблице 1 представлены основные показатели ДТП с указанием относительного изменения текущего показателя АППГ,% (аналогичный показатель предшествующего года) и вычислением тяжести последствий, % в виде отношения числа летальных исходов при ДТП к 100 травмированным tr (сумма раненых и погибших). Видно, что количество ДТП сократилось значительно, но по-прежнему остается высокой, количество раненых и погибших снизилось незначительно, немножко возросла тяжесть последствий в 2024 г.

На рисунке 1 показано изменение количества ДТП в Иркутской области на интервале 2019–2024 гг., точки – наблюдаемые значения k , линия – регрессионная модель (1), критерии статистической значимости которой приведены в таблице 2. Описание критериев дано в разделе «Материалы и методы».

$$k = \exp(8,091 - 0,180 \cdot (g - 2019) + 0,022 \cdot (g - 2019)^2). \quad (1)$$

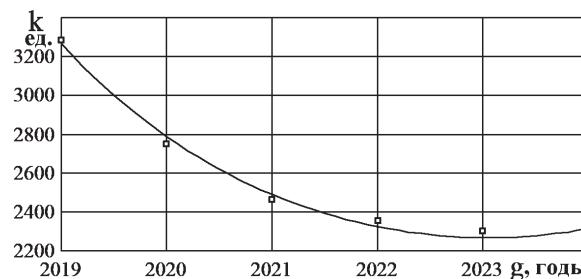


Рисунок 1 – Изменение количества ДТП
Источник: составлено авторами.

Figure 1 – Changes in the number of traffic accidents
Source: compiled by the authors.

Таблица 1
Показатели ДТП в 2023–2024 гг.
Источник: составлено авторами.

Table 1
Road accident rates in 2023 and 2024
Source: compiled by the authors.

Наименование показателя	2023 г.		2024 г.	
	Значение	АППГ,%	Значение	АППГ,%
k – количество ДТП	2959	25,54	2286	-22,74
Погибло, чел.	300	7,14	292	-2,7
Ранено, чел.	2917	-1,55	2836	-2,8
Тяжесть последствий, %	9,32		9,34	

Таблица 2
Критерии статистической значимости регрессионных моделей
Источник: составлено авторами.

Table 2
Criteria for statistical significance of regression models
Source: compiled by the authors.

Модель	$R^2, \%$	$R_c^2, \%$	DW	σ	Δ
(1) – количество ДТП, ед.	99,55	99,25	2,85	45,90	28,81
(2) – количество травмированных, чел.	99,43	99,05	2,85	51,79	32,18

На рисунке 2 для наглядности представлено сравнение значений k_p , рассчитанных по модели (1), с наблюдаемыми значениями k_h .

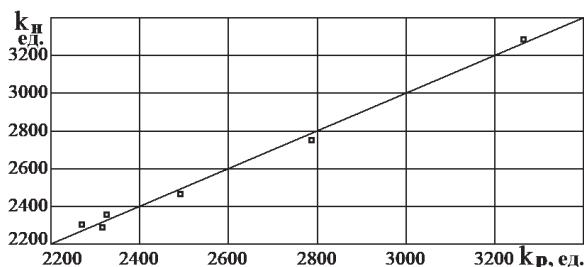


Рисунок 2 – Сравнение значений k_p , рассчитанных по модели (1), с наблюдаемыми значениями k_h
Источник: составлено авторами.

Figure 2 – Comparison of the values of k_p calculated using model (1) with the observed values of k_h
Source: compiled by the authors.

Изменение количества травмируемых tr описывается регрессионной моделью (2) и представлено на рисунке 3, критерии статистической значимости модели (2) приведены в таблице 2.

$$tr = \exp(8,421 - 0,210 \cdot (g - 2019)^{0,5} + 0,004 \cdot (g - 2019)^2), \quad (2)$$

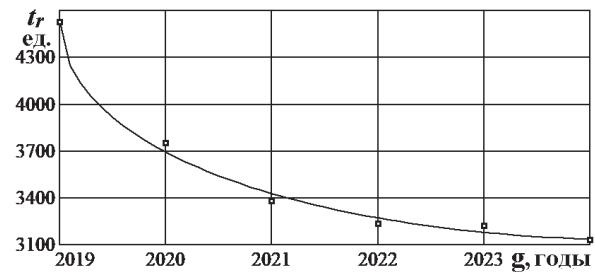


Рисунок 3 – Количество травмируемых (сумма раненых и погибших) в ДТП
Источник: составлено авторами.

Figure 3 – Number of injured people (sum of hurt and fatal) in road accidents
Source: compiled by the authors.

На рисунке 4 для наглядности представлено сравнение значений tr_p , рассчитанных по модели (2), с наблюдаемыми значениями tr_h .

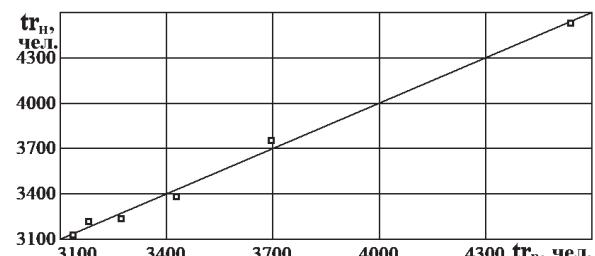


Рисунок 4 – Сравнение значений tr_p , рассчитанных по модели (2), с наблюдаемыми значениями tr_h
Источник: составлено авторами.

Figure 4 – Comparison of the values of tr_p calculated using model (2) with the observed values of tr_h
Source: compiled by the authors.

Таблица 3
Количество ДТП по видам
Источник: составлено авторами.

Table 3
Number of traffic accidents in accordance with their type
Source: compiled by the authors.

Виды ДТП:	2019	2020	2021	2022	2023	2024
при столкновениях ТС	1198	1078	999	969	1207	981
при опрокидываниях ТС	300	189	91	80	137	75
наезд на стоящее ТС	139	83	108	89	80	53
наезд на пешехода	1013	798	718	682	455	641
наезд на препятствие	194	158	125	121	119	117
наезд на велосипедиста	79	68	47	47	55	47
с падением пассажира	79	46	30	32	24	31
наезд на животное	13	17	16	16	19	16
съезд ТС с дороги	не учитывались			304	348	314
иные виды	272	314	332	17	13	11
Из-за НДУ в местах реализации ДТП	1122	1075	1129	1129	1264	1351

Изменение видов ДТП представлено в таблице 3. Следует отметить, что съезд ТС с дороги стал фиксироваться только с 2022 г. Видно, что в 2024 г. по видам ДТП лидируют по-прежнему столкновение ТС (42,9%), наезд на пешехода (28,0%), съезд ТС с дороги (13,7%). Все чаще (59,1%) в местах реализации ДТП выявлены неудовлетворительные дорожные условия (НДУ), что требует повышения качества ремонта дорог.

На рисунке 5 показано количество ДТП, в которых участвовали дети (возраст 0–15 лет) и подростки (возраст 16–18 лет). В 2024 г. произошло: 11% ДТП при перевозке детей без удерживающих устройств, 31,4% ДТП по неосторожности детей и 82,9% ДТП с подростками из-за нарушения ПДД водителями ТС. За шесть лет погибло 76 детей, 21 подросток; ранено 2277 детей, 479 подростков.

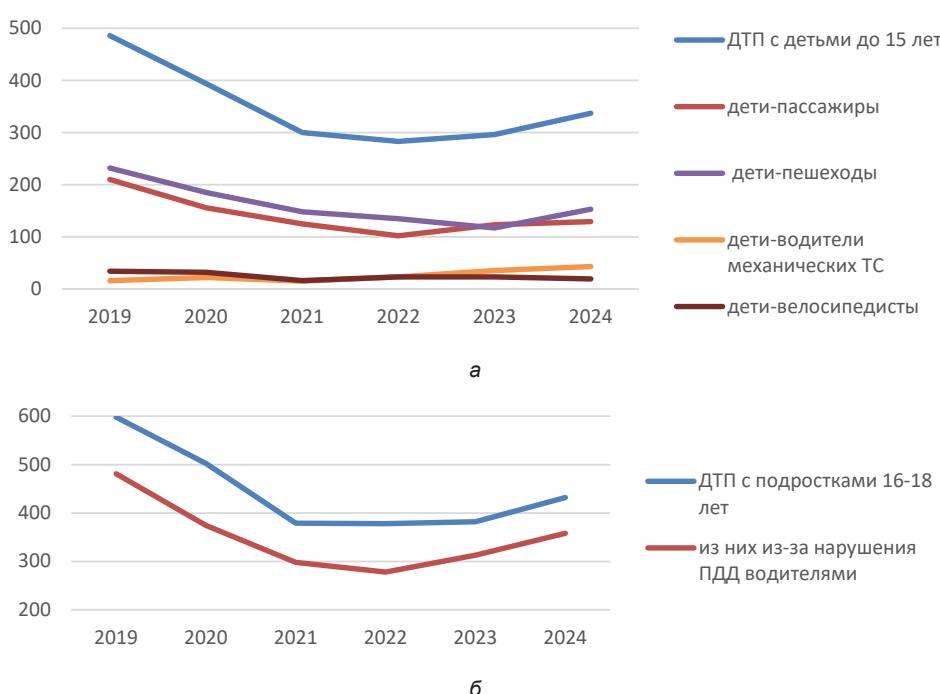


Рисунок 5 – Количество ДТП с участием детей (а) и подростков (б)
Источник: составлено авторами.

Figure 5 – Number of road accidents involving children (a) and teenagers (b)
Source: compiled by the authors.

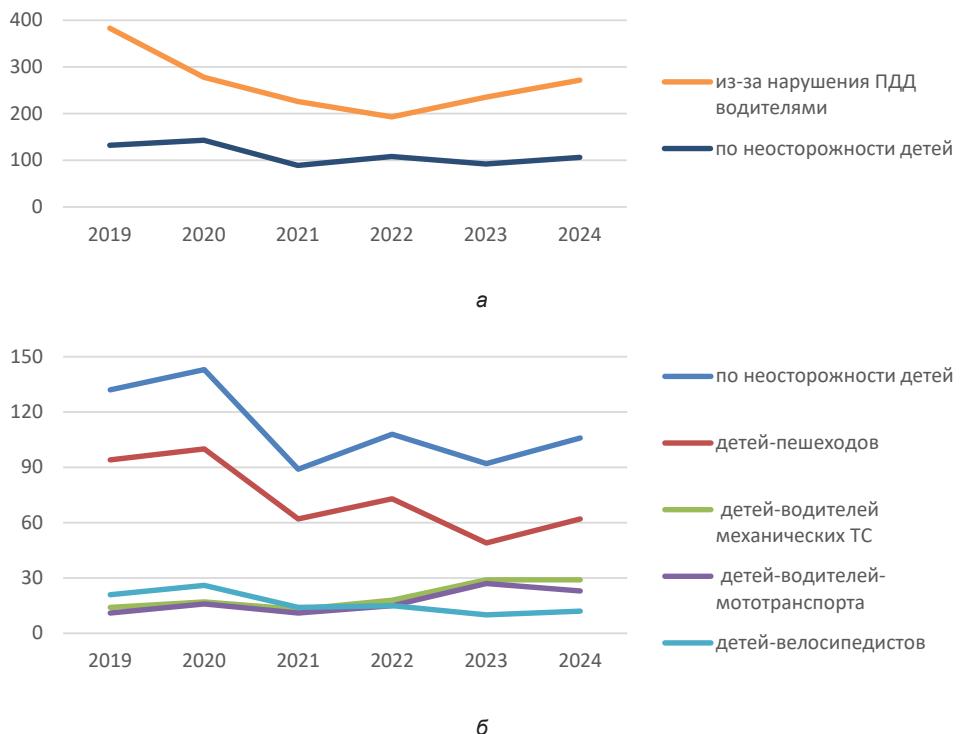


Рисунок 6 – Количество ДТП с участием детей, произошедших из-за нарушения водителями ПДД и по неосторожности детей (а) и распределение ДТП по неосторожности детей по категориям (б)
Источник: составлено авторами.

Figure 6 – Number of road accidents involving children caused by drivers' violations of traffic rules and due to the carelessness of children (a) and distribution of road accidents due to the carelessness of children by category (b)
Source: compiled by the authors.

На рисунке 6 показано количество ДТП при участии детей, произошедших по их неосторожности и вследствие нарушения ПДД водителями ТС.

Возникает вопрос: почему, несмотря на существенные прилагаемые усилия по обеспечению БДД, количество ДТП с участием несовершеннолетних в 2024 г. увеличилось. Частично это объясняется увеличением количества ДТП по неосторожности детей-водителей механических ТС и мототранспорта. Видимо выросло влияние ещё других, ранее не учитываемых факторов и низкой культуры поведения участников дорожного движения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование динамики ДТП в Иркутской области позволило получить значимые результаты, которые формируют целостную картину состояния БДД в регионе:

– выявлено устойчивое снижение общего количества ДТП на дорогах, что свидетель-

ствует об эффективности реализуемых мер по повышению БДД;

– новые разработанные регрессионные модели динамики ДТП и числа травмированных участников движения демонстрируют высокую прогностическую способность (коэффициенты детерминации 99,4–99,6%), что подтверждает их научную и практическую значимость;

– анализ причин ДТП показал, что 88,7% всех происшествий в 2024 г. произошло по вине водителей, при этом: 70,32% случаев связаны с нарушениями ПДД водителями легковых автомобилей; в 14,5% случаев нарушения совершались нетрезвыми водителями; 41% нарушителей ПДД находились в возрастном диапазоне 30–50 лет; 14,5% нарушителей имели стаж вождения более 30 лет;

– установлено, что структура ДТП по видам происшествий характеризуется преобладанием: столкновений ТС (42,9%), наездов на пешеходов (28%), съездов ТС с дороги (13,7%);

– выявлено значительное влияние состояния улично-дорожной сети на БДД: 59,1% ДТП произошло из-за недостатков в содержании дорог.

Практические рекомендации:

– усилить работу по профилактике нарушений ПДД среди водителей со стажем более 30 лет, так как они демонстрируют снижение бдительности;

– особое внимание уделить контролю за соблюдением ПДД в возрастной группе 30–50 лет, составляющей основную долю нарушителей;

– разработать комплекс мер по улучшению содержания и эксплуатации улично-дорожной сети;

– усилить профилактическую работу по предотвращению управления ТС в состоянии алкогольного опьянения.

Полученные результаты исследования могут быть использованы для совершенствования системы управления БДД и разработки целевых программ по снижению аварийности на автодорогах Иркутской области.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Кириллов В.В., Романов А.С. Инженерные решения для повышения безопасности дорожного движения // Транспортное строительство. 2019. № 4. С. 12–18.
2. Kumar A., Sharma R. Engineering Solutions for Traffic Management: A Case Study Approach. International Journal of Traffic and Transportation Engineering. 2020. 9(2): 45-53.
3. Shinar D. Road Safety and the Role of Infrastructure. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour. 2016. 39: 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.01.004>
4. Куракина Е.В., Склярова А.А. Повышение уровня безопасности дорожного движения в системе «участник дорожного движения – транспортное средство – дорога – внешняя среда» // Вестник СибАДИ. 2020; 17 (4): <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-4-488-499>.
5. Смирнова И.А. Образование в области безопасности дорожного движения: новые подходы и методы // Современные проблемы науки и образования. 2021. № 3. С. 22–28.
6. Davis R., Kearney A. Education and Awareness Programs in Traffic Safety: A Comparative Study. Journal of Safety Research. . 2018. 67: 123-130.
7. Shinar D. Road Safety and Human Behavior. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour. 2007.10(3): 155-164. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2007.01.002>
8. Van der Laan, A.M.K.T.Z. Technological Innovations in Road Safety: A Review. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour. 2018. 57: 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.05.002>
9. Петров С.Н. Использование информационных технологий для управления дорожным движением // Научный вестник МГТУ. 2020. № 5: 34–40.
10. Zhang Y., Li J. The Role of Information Technology in Traffic Safety Management. Transportation Research Part C: Emerging Technologies. . 2019.105: 1-12.
11. Иванов Д.И. Анализ данных о дорожно-транспортных происшествиях: методы и подходы // Анализ и профилактика несчастных случаев. 2022. № 50(1): 15–22.
12. Smith J., Brown T. Data Analysis and Prediction in Traffic Accident Research: A Machine Learning Approach. Accident Analysis & Prevention.2021. 150: 105-112.
13. de Oliveira J.C. Big Data Analytics for Road Safety Improvement. Transportation Research Procedia.2019. 45: 123-132. <Https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.01.015>
14. Regan M.A. Behavioral Factors in Road Safety: A Psychological Perspective. Accident Analysis & Prevention.2018. 120: 123-130. <Https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.08.001>
15. Чванов В.В. Методы оценки и повышения безопасности дорожного движения с учетом условий работы водителя. М.: ИНФРА-М, 2010. 416 с.
16. Николаев А.В. Международное сотрудничество в области безопасности дорожного движения: опыт и перспективы. Международные отношения. 2021. № 2: 78–85.
17. Müller M., Schmidt K. International Collaboration in Road Safety Research: Challenges and Opportunities. Journal of Transport Safety & Security.2020. 12(4): 345-360.
18. Van der Horst, P.J.W.F. International Collaboration in Road Safety: Sharing Best Practices. Journal of Transport and Health. 2021. 20: 100-110. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2021.100110>
19. Асламова В.С., Минко А.А., Асламов А.А., Асламова Е.А. Системный анализ травматизма с участием детей на российских автомобильных дорогах // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2021. № 2 (70): 189–199. [Https://doi.org/10.26731/1813-9108.2021.2\(70\).189-199](Https://doi.org/10.26731/1813-9108.2021.2(70).189-199)
20. Летягина Е.Н., Кучеров А.С. Дорожно-транспортная безопасность на дорогах России // Теория и практика мировой науки. 2020. № 12: 30–34.
21. Асламова В.С., Минко А.А., Асламов А.А. Прогнозные модели травматизма с участием подростков на автомобильных дорогах общего пользования // Математические методы в технике и технологиях. 2021. № 1: 174–177.
22. Асламова В.С., Мелентьева А.А., Асламов А.А. Анализ статистики показателей дорожного травматизма за 2021 и 2022 гг. в Иркутском регионе // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2023. № 1(77): 194–20. [Https://doi.org/10.26731/1813-9108.2023.1\(77\).194-206](Https://doi.org/10.26731/1813-9108.2023.1(77).194-206)
23. Асламова В.С., Минко А.А., Асламов А.А. Регрессионные модели травматизма на автомо-

- бильных дорогах России // Образование – Наука – Производство : материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. Чита, 2020. Т. 2. С. 109–113.
24. Асламова В.С., Кузнецова П.А., Асламов А.А. Анализ показателей травматизма в 2020 и 2021 гг. на иркутских автодорогах общего пользования // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2022. № 2 (74): 188–201. [Https://doi.org/10.26731/1813-9108.2022.2\(74\).188-201](Https://doi.org/10.26731/1813-9108.2022.2(74).188-201)
25. Асламова В.С., Кузнецова П.А., Асламов А.А. Анализ показателей травматизма на федеральных автомобильных дорогах Иркутской области и их трендов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2022. № 1 (73): 75–85. [Https://doi.org/10.26731/1813-9108.2022.1\(73\).75-85](Https://doi.org/10.26731/1813-9108.2022.1(73).75-85)
26. Асламова В.С., Кузнецова П.А., Асламов А.А. Сравнительный анализ дорожно-транспортных происшествий в Иркутской области и России // Вестн. Ангар. гос. техн. ун-та. 2021. № 15: 127–130.
27. Асламова В.С., Асламов А.А., Шуткин А.А. Сопоставительный анализ показателей травматизма на автодорогах Иркутского региона в 2022 и 2023 гг. // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2024. № 4(78): 54–66. [Https://doi.org/10.26731/1813-9108.2023.2\(78\).54-66](Https://doi.org/10.26731/1813-9108.2023.2(78).54-66)
28. Малолеткина Н.С., Королева К.А. Детский дорожно-транспортный травматизм: причины в России и зарубежный опыт профилактики // Уголовно-исполнительное право. 2022. Т. 17(1–4), № 1: 85–90. [Https://doi.org/10.33463/2687-122X.2022.17\(1-4\).1.085-090](Https://doi.org/10.33463/2687-122X.2022.17(1-4).1.085-090)
29. Sakhapov R., Nikolaeva R. Traffic Safety System Management. In Proceedings of the Thirteenth International Conference on Organization and Traffic Safety Management in Large Cities.2018. (SPbOTSC 2018).
30. Hermans E., Brijs T., Wets G., Vanhoof K. Benchmarking road safety. Lessons to learn from a data envelopment analysis. Accident Analysis & Prevention. 2009. 41 (1): 174–182. <Https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.10.010>
31. Зейналов Ф.Н. К вопросу реализации основных направлений Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы // Право и политика. 2019. № 10. С. 40–58.
32. Баканов К.С., Бурцев А.А. Предупреждение фактов управления транспортным средством в состоянии опьянения на этапах получения, приостановления, прекращения и возобновления права на управление транспортным средством: монография. М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2021. 149 с.
33. Конорев Д.В., Сафонова Н.Л. Основные поведенческие реакции водителя, приводящие к дорожно-транспортным происшествиям // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции, посвященной проведению в РФ Года науки и технологий в 2021 году и 55-летию учебного заведения. Иваново, 2021. С. 543–54.
34. Попов А.В., Суркаев А.Л., Моисеев Ю.И. К вопросу о диагностировании состояния утомления водителя транспортного средства // Организация и безопасность дорожного движения: материалы XII Национальной науч.-практ. конф. с междунар. участием. Тюмень: Изд-во ТИУ, 2019. Т. 2. С. 175–182.
35. Lord D. Manner F. "The Statistical Analysis of Crash Frequency Data: A Review and Assessment of Methodologies". Transportation Research Part A: Policy and Practice. 2010.
36. Miaou S.-P. Title: The Relationship between Truck Accidents and Traffic Flow Journal: Transportation Research Part A: Policy and Practice. 1994 Vol.: 28(5): 293-303 [Https://doi.org/10.1016/0965-8564\(94\)90003-0](Https://doi.org/10.1016/0965-8564(94)90003-0)
37. Anselin LTitle: Spatial Econometrics: Methods and Models Publisher: Springer.1988.
38. Ларионов К.О. Прогнозирование статистических данных автомобильных дорожно-транспортных происшествий. <Https://ipi1.ru/images/PDF/2021/163/prognozirovanie-statisticheskikh.pdf>.
39. Hyndman R.J., Athanasopoulos G. Title: Forecasting: Principles and Practice Publisher: OTexts.2018. URL: <Https://otexts.com/fpp3/>.
40. Скоробогатченко Д.А., Ерохин А.В. Нечеткая нейросетевая модель для прогнозирования числа ДТП региона в условиях ограниченной информации. Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2014. С. 174–181.
41. Borkowski P., & Kaczmarek K. Application of Machine Learning Techniques for Road Traffic Accident Prediction. Transportation Research Procedia.2020.
42. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Адаптивная семантическая информационная модель прогнозирования рисков совершения ДТП. Майкоп: Адыгейский государственный университет (Майкоп), 2008. С. 55–59.

REFERENCES

1. Kirillov V.V., Romanov A.S. Engineering solutions for improving road safety. *Transport construction*. 2019, no. 4, pp. 12-18. (in Russ.)
2. Kumar A. Sharma R. Engineering Solutions for Traffic Management: A Case Study Approach. *International Journal of Traffic and Transportation Engineering*.2020; 9(2): 45-53.
3. Shinar D. Road Safety and the Role of Infrastructure. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 2016; 39: 1-12. <Https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.01.004>
4. Kurakina E.V., Sklyarova A.A. Road safety improvement in road traffic participant – vehicle – road – external environment system. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2020; 17 (4): . (in Russ.)
5. <Https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-4-488-499>
6. Smirnova I.A. Road safety education: new approaches and methods. *Modern problems of science and education*. 2021. No. 3: 22-28. (in Russ.)
7. Davis R. Kearney A. Education and Awareness Programs in Traffic Safety: A Comparative Study. *Journal of Safety Research*.2018; 67: 123-130.

8. Shinar D. Road Safety and Human Behavior. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour.* 2007;10(3): 155-164. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2007.01.002>
9. Van der Laan A.M.K.T.Z. Technological Innovations in Road Safety: A Review. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour.* 2018; 57: 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.05.002>
10. Petrov S.N. Use of information technologies for traffic management. *Scientific Bulletin of Moscow State Technical University.* 2020; no. 5: 34-40. (in Russ.)
11. Zhang Y. Li J. The Role of Information Technology in Traffic Safety Management. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies.* 2019; 105: 1-12.
12. Ivanov D.I. Analysis of data on road traffic accidents: methods and approaches. *Analysis and prevention of accidents.* 2022; no. 50(1): 15-22. (in Russ.)
13. Smith J. Brown T. Data Analysis and Prediction in Traffic Accident Research: A Machine Learning Approach. *Accident Analysis & Prevention.* 2021; 150: 105-112.
14. de Oliveira J.C. Big Data Analytics for Road Safety Improvement. *Transportation Research Procedia.* 2019; 45: 123-132. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.01.015>
15. Regan M.A. Behavioral Factors in Road Safety: A Psychological Perspective. *Accident Analysis & Prevention.* 2018; 120: 123-130. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.08.001>
16. Chvanov V.V. Methods of assessing and improving road safety taking into account the driver's working conditions. Moscow: INFRA-M. 2010; 416 p. (Scientific Thought). (in Russ.)
17. Nikolaev A.V. International cooperation in the field of road safety: experience and prospects. *International relations.* 2021; no. 2: 78-85. (in Russ.)
18. Müller M. Schmidt K. International Collaboration in Road Safety Research: Challenges and Opportunities. *Journal of Transport Safety & Security.* 2020; 12(4): 345-360.
19. van der Horst P.J.W.F. International Collaboration in Road Safety: Sharing Best Practices. *Journal of Transport and Health.* 2021; 20: 100-110. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2021.100110>
20. Aslamova V.S., Minko A.A., Aslamov A.A., Aslamova E.A. System analysis of injuries involving children on Russian roads. *Modern technologies. System analysis. Modeling.* 2021; no. 2 (70): 189-199. (in Russ.) [https://doi.org/10.26731/1813-9108.2021.2\(70\).189-199](https://doi.org/10.26731/1813-9108.2021.2(70).189-199)
21. Letyagina E.N., Kucherov A.S. Road safety on Russian roads. *Theory and practice of world science.* 2020; no. 12: 30-34. (in Russ.)
22. Aslamova V.S., Minko A.A., Aslamov A.A. Predictive models of injuries involving adolescents on public roads. *Mathematical methods in engineering and technology.* 2021; no. 1: 174-177. (in Russ.)
23. Aslamova V.S., Melentyeva A.A., Aslamov A.A. Analysis of statistics on road injury rates for 2021 and 2022 in the Irkutsk region. *Modern technologies. Systems analysis. Modeling.* 2023; no. 1(77): 194-20. (in Russ.) [https://doi.org/10.26731/1813-9108.2023.1\(77\).194-20](https://doi.org/10.26731/1813-9108.2023.1(77).194-20)
24. Aslamova V.S., Minko A.A., Aslamov A.A. Regression models of injuries on Russian roads. *Education – Science – Production: materials of the IV All-Russian scientific and practical conference Chita.* 2020; vol. 2: 109–113. (in Russ.)
25. Aslamova V.S., Kuznetsova P.A., Aslamov A.A. Analysis of injury rates in 2020 and 2021 on public roads in Irkutsk. *Modern technologies. Systems analysis. Modeling.* 2022; no. 2(74): 188–201. (in Russ.) [https://doi.org/10.26731/1813-9108.2022.2\(74\).188-201](https://doi.org/10.26731/1813-9108.2022.2(74).188-201)
26. Aslamova V.S., Kuznetsova P.A., Aslamov A.A. Analysis of injury rates on federal highways of the Irkutsk region and their trends. *Modern technologies. System analysis. Modeling.* 2022; no. 1(73): 75–85. (in Russ.) [https://doi.org/10.26731/1813-9108.2022.1\(73\).75-85](https://doi.org/10.26731/1813-9108.2022.1(73).75-85)
27. Aslamova V.S., Kuznetsova P.A., Aslamov A.A. Comparative analysis of road accidents in the Irkutsk region and Russia. *Vestn. Angar. state tech. univ..* 2021; no. 15: 127–130. (in Russ.)
28. Aslamova V.S., Aslamov A.A., Shutkin A.A. Comparative analysis of injury rates on the roads of the Irkutsk region in 2022 and 2023. *Modern technologies. System analysis. Modeling.* 2024; no. 4(78): 54-66. (in Russ.) [https://doi.org/10.26731/1813-9108.2023.2\(78\).54-66](https://doi.org/10.26731/1813-9108.2023.2(78).54-66)
29. Maloletkina N.S., Koroleva K.A. Child road traffic injuries: causes in Russia and foreign experience of prevention. *Criminal-executive law.* 2022; vol. 17(1–4), no. 1: 85–90. [https://doi.org/10.33463/2687-122X.2022.17 \(1–4\). 1.085-090](https://doi.org/10.33463/2687-122X.2022.17 (1–4). 1.085-090).
30. Sakhapov R., Nikolaeva, R. Traffic Safety System Management. In Proceedings of the Thirteenth International Conference on Organization and Traffic Safety Management in Large Cities. 2018; (SPbOTSC 2018).
31. Hermans E., Brijs T., Wets G., Vanhoof K. Benchmarking road safety. Lessons to learn from a data envelopment analysis. *Accident Analysis & Prevention.* 2009; 41 (1): 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.10.010>
32. Zeynalov F.N. On the issue of implementing the main directions of the Road Safety Strategy in the Russian Federation for 2018 – 2024. *Law and Politics.* 2019; no. 10: 40–58. (in Russ.)
33. Bakanov K.S., Burtsev A.A. Prevention of facts of driving a vehicle while intoxicated at the stages of obtaining, suspension, termination and renewal of the right to drive a vehicle: monograph. Moscow: Federal State Institution "National Center for Traffic Safety of the Ministry of Internal Affairs of Russia". 2021; 149 p. (in Russ.)
34. Konorev D.V., Safonova N.L. The main behavioral reactions of the driver leading to road accidents. Fire and emergency safety: collection of materials of the XVI International scientific and practical conference dedicated to the Year of Science and Technology in the Russian Federation in 2021 and the 55th anniversary

of the educational institution. Ivanovo. 2021; pp. 543-54. (in Russ.)

35. Popov A.V., Surkaev A.L., Moiseev Yu.I. On the issue of diagnosing the state of fatigue of a vehicle driver. Organization and safety of road traffic: materials of the XII National scientific and practical conference with international participation. Tyumen: Publishing house of Tyumen University. 2019; vol. 2, pp: 175–182. (in Russ.)

36. Lord, D. Mannering, F. The Statistical Analysis of Crash Frequency Data: A Review and Assessment of Methodologies. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*.2010;

37. Miaou S.-P. Title: The Relationship between Truck Accidents and Traffic Flow Journal:*Transportation Research Part A: Policy and Practice*.1994; Vol.: 28 (5): 293-303 [Https://doi.org/10.1016/0965-8564\(94\)90003-0](https://doi.org/10.1016/0965-8564(94)90003-0)

38. Anselin, L. Title: Spatial Econometrics: Methods and Models Publisher: Springer.1988;

39. Larionov K.O. Forecasting statistical data on road traffic accidents: <https://ipi1.ru/images/PDF/2021/163/prognozirovaniye-statisticheskikh.pdf>. (in Russ.)

40. Hyndman, R.J., Athanasopoulos, G. Title: Forecasting: Principles and Practice Publisher: OTexts.: 2018; <https://otexts.com/fpp3/>.

41. Skorobogatchenko D.A., Erokhin A.V. Fuzzy neural network model for forecasting the number of road accidents in a region under conditions of limited information. Volgograd: Publisher: Volgograd State Technical University. 2014; pp. 174-181. (In Russ.)

42. Borkowski P., Kaczmarek K. Application of Machine Learning Techniques for Road Traffic Accident Prediction".*Transportation Research Procedia*. 2020;

43. Lutsenko E.V., Korzhakov V.E. Adaptive semantic information model for predicting the risks of road accidents. Maykop: Publisher: Adygea State University (Maikop). 2008; P. 55-59. (in Russ.)

ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Асламова В.С. Формирование направления, цели и задач исследования, теоретических положений; подготовка обзора трудов отечественных и зарубежных ученых по обеспечению безопасности дорожного движения; анализ результатов статистических данных, написание статьи.

Асламов А.А. Моделирование в пакете Statgraphics, оформление рисунков, обсуждение статьи.

Пряхина Е.А. Сбор и обработка статистических данных.

COAUTHORS' CONTRIBUTION

Aslamova V.S. Formation of the research direction, purpose and objectives of the study, theoretical principles; review of domestic and foreign scientific works on ensuring road safety; analysis of statistical data results, writing the article.

Aslamov A.A. Modeling in Statgraphics, design of figures, article discussion.

Pryakhina E.A. Collection and processing of statistical data.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Асламова Вера Сергеевна – д-р техн. наук, проф., проф. кафедры «Техносферная безопасность» Иркутского государственного университета путей сообщения (664074, г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3306-0651>,

Scopus ID: 683194,

Researcher ID: ABG-8723-2021,

SPIN-код: 3063-0626,

e-mail: aslamovav@yandex.ru

Асламов Александр Анатольевич – канд. техн. наук, доц., доц. кафедры «Машины и аппараты химических производств» Ангарского государственного технического университета (665835, г. Ангарск, квартал 85а, д.5)

Scopus ID: 504134,

SPIN-код: 7550-9381,

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6548-8848>,

e-mail: aaa_mx@angtu.ru

Пряхина Елизавета Александровна – бакалавр по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» Иркутского государственного университета путей сообщения.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Aslamova Vera S. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Technosphere Safety, Irkutsk State Transport University (15, Chernyshevsky Street, Irkutsk, 664074).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3306-0651>,

SPIN-code: 3063-0626,

Scopus ID: 683194,

Researcher ID: ABG-8723-2021,

e-mail: aslamovav@yandex.ru

Aslamov Aleksandr A. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Machines and Apparatus for Chemical Production Department, Angarsk State Technical University (Building 5, Block 85a, Angarsk, Irkutsk Oblast, 665835).

Scopus ID: 504134,

SPIN-code: 7550-9381,

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6548-8848>,

e-mail: aaa_mx@angtu.ru

Pryakhina Elizaveta A. – Bachelor's degree in the program 20.03.01 "Technosphere Safety", Irkutsk State Transport University (15, Chernyshevsky Street, Irkutsk, 664074).