

Научная статья
УДК 656.13
DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-1-68-77>
EDN: XVCWDWQ



ИНДЕКСЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В РЕГИОНАХ

И.Е. Ильина¹, Е.Е. Витвицкий² ✉

¹Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза, Россия

²Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ),
г. Омск, Россия

✉ ответственный автор
vitvitsky_ee@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Введение. Существующая проблема состояния безопасности дорожного движения (БДД), заключающаяся главным образом в ухудшении демографической ситуации в Российской Федерации (РФ), диктует необходимость в значительном усилении государственной деятельности в повышении уровня безопасности дорожного движения. Для оценки уровня безопасности дорожного движения пользуются системой показателей, основанных на анализе количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП) с учетом плотности транспортного потока, уровня автомобилизации, количества населения и т.д. Восемьдесят процентов дорожно-транспортных происшествий происходит в населенных пунктах и подавляющее большинство из них в субъектах регионов РФ. При этом около 90% ДТП происходит по причине нарушения правил дорожного движения водителями, 10% – пешеходами. На сегодняшний день среди 89 регионов РФ существует значительная неоднородность, определяемая целым рядом показателей, связанных с территориальным положением, экономическими, социальными и климатическими условиями, обуславливающими те или иные действия человека (человеческий фактор) как участника дорожного движения на улично-дорожной сети.

Цель проведения исследования. Определение индексов для сопоставления городов в рейтинге безопасности дорожного движения.

Материалы и методы. Методологической основой исследования являются математические и статистические методы оценки.

Результаты обсуждения. Основным результатом стало определение параметров, влияющих на состояние безопасности дорожного движения. Сгруппированы восемь индексов, характеризующих уровень безопасности дорожного движения, учитывающих параметры человеческого фактора. Определен важнейший параметр безопасности дорожного движения, рассматривающий человеческий фактор в системе «человек – автомобиль – дорога – среда».

Заключение. Предложена новая методика оценки уровня безопасности дорожного движения в условиях городской среды. Выявление субъектов РФ наиболее целесообразно для принятия первоочередных управленческих решений, направленных на повышение состояния безопасности дорожного движения с учетом человеческого фактора. Методика позволит оценить эффективность решения ключевых задач по предупреждению дорожно-транспортных происшествий, выполнения федеральных целевых программ и стратегий в сфере обеспечения безопасности дорожного движения в регионах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: безопасность дорожного движения, человеческий фактор, участники дорожного движения, система «человек – автомобиль – дорога – среда»

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Е.Е. Витвицкий – член редакционной коллегии журнала «Вестник СибАДИ». Журнал «Вестник СибАДИ» не освобождает от рецензирования рукописи ученых вне зависимости от их статуса.

Статья поступила в редакцию 02.01.2025; одобрена после рецензирования 27.01.2025; принята к публикации 24.02.2025.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

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

© Ильина И.Е., Витвицкий Е.Е., 2025



Контент доступен под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

Для цитирования: Ильина И.Е., Витвицкий Е.Е. Индексы для оценки уровня безопасности дорожного движения в регионах // Вестник СибАДИ. 2025. Т. 22, № 1. С. 68-77. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-1-68-77>

Original article

DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-1-68-77>

EDN: XVCDWQ

INDICES FOR ASSESSING ROAD SAFETY LEVELS IN THE REGIONS OF RUSSIA

Irina E. Ilyina¹, Evgeny E. Vitvitsky² ✉

¹Penza State Agrarian University,
Penza, Russia

²Siberian State Automobile and Highway University (SibADI),
Omsk, Russia

✉ corresponding author
vitvitsky_ee@mail.ru

ABSTRACT

Introduction. The current problem of road safety state (RTS), which appears mainly in the deterioration of the demographic situation in the Russian Federation (RF), results in the need for a significant strengthening of state activities in increasing the level of road safety. To assess the level of road safety, a system of indicators is used based on the analysis of the number of road accidents with traffic flow density, motorization level, the number of people, etc. taken into account. 80 per cent of road accidents occur in populated areas, the vast majority of them taking place in the subjects of Russian regions. At the same time, about 90 per cent of accidents occur due to violation of traffic rules by drivers, 10 per cent – by pedestrians. Today, among 89 regions of the Russian Federation, there is significant heterogeneity, determined by a number of indicators related to the territorial location, economic, social and climatic conditions that affect certain human actions (human factor) as related to a participant in street and road traffic.

The purpose of the study is to determine indices for comparing cities in the road safety rating.

Materials and methods. The methodological basis of the research is mathematical and statistical assessment methods.

Results and discussion. The main result has been determination of parameters affecting the state of road safety. Eight indices have been grouped that characterize the level of road safety taking into account parameters of the human factor. A most important road safety parameter has been established, by considering the human factor in the “man – car – road – environment” system.

Conclusion. A new methodology for assessing the level of road safety in urban environment is proposed. Identifying the subjects of the Russian Federation is most appropriate for making priority management decisions aimed at improving road safety, taking into account the human factor. The methodology will make it possible to assess the effectiveness of solving key tasks related to the prevention of road accidents, the implementation of federal targeted programs and strategies in the field of road safety in the regions of Russia.

KEYWORDS: road safety, road users, human-vehicle-road-environment system

CONFLICT OF INTEREST: The authors declare no conflict of interest. Vitvitsky E.E. member of the editorial board of The Russian Automobile and Highway Industry Journal. The Russian Automobile and Highway Industry Journal does not exempt scientists from reviewing the manuscript, regardless of their status.

The article was submitted: 02.01.2025; approved after reviewing: 27.01.2025; accepted for publication: 24.02.2025.

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. Ilyina I.E., Vitvitsky E.E. Indices for assessing road safety levels in the regions of Russia. The Russian Automobile and Highway Industry Journal. 2025; 22 (1): 68-77. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2025-22-1-68-77>

© Ilyina I.E., Vitvitsky E.E., 2025



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

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день в Российской Федерации официальная статистика использует следующие основные показатели состояния безопасности дорожного движения, выражающиеся в абсолютных значениях: количество дорожно-транспортных происшествий, пострадавших в них граждан, водителей транспортных средств; нарушителей правил дорожного движения, административных правонарушений и уголовных преступлений в области дорожного движения и вспомогательные показатели, отражающие состояние безопасности дорожного движения и результаты деятельности по ее обеспечению, выражающиеся в относительных значениях: число лиц, погибших в ДТП на 10 тыс. транспортных средств (транспортный риск), число погибших в ДТП на 100 тыс. населения (социальный риск), количество погибших на 100 травмированных в ДТП (тяжесть последствий), абсолютный показатель к показателю прошлого года (АППГ)^{1,2}.

В системе Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН) используется риск гибели в дорожном движении. Этот показатель учитывает количество населения в различных странах и регионах.

Графическое представление абсолютных показателей аварийности и относительных показателей состояния БДД показывает цикличность. Увеличение показателей (до 1990 г.), их снижение (до 1997 г.), постепенный рост (до 2007 г.). В дальнейшем шаг цикла уменьшается. Снижение (до 2010 г.), увеличение (до 2013 г.), стабильное снижение показателей аварийности до 2022 г. С 2023 г. вновь наблюдается рост показателей аварийности³.

Все процессы жизнедеятельности непосредственно связаны с экономическими про-

цессами, а те, в свою очередь, подчиняются строгим законам цикличности. В данном случае в период до 2007 г. изменение динамики подчинялось экономическому циклу Жюгляра (7–11 лет), с 2008 г. произошли изменения на более короткий лаг – 3–4 года, что соответствует экономическому циклу Китчина [1]. Типичным примером цикла Китчина является краткосрочный экономический подъем между не менее краткосрочными спадами финансово-экономического кризиса (2008–2010) и валютным кризисом в России (2014–2015), в совокупности укладывающиеся в периодичность циклов Жюгляра и являющиеся его подфазой. Это в целом совпадает с динамикой аварийности и состояния безопасности⁴.

Целью государственной политики в области БДД является достижение показателя транспортного риска к 2030 г. (2,44 ед.)⁵, что позволит улучшить показатели демографического состояния. Текущие результаты деятельности по достижению целевого показателя уже изучаются и предлагаются адресные программы по повышению БДД, учитывающие региональную специфику процессов формирования дорожно-транспортной аварийности [2, 3, 4].

Задача оценки качества городской среды с позиции БДД является важной. Учет социальных, экономических и транспортных показателей развития регионов позволит повысить эффективность мероприятий по улучшению состояния БДД [5, 6, 7, 8, 9].

В Российской Федерации 75 крупных городов, в которых проживает около 53 млн чел. Именно такие города на сегодняшний день являются центрами транспортного сосредоточения и притяжения населения⁶, что в свою очередь предъявляет повышенные требования к обеспечению БДД [10, 11, 12]. Международный опыт показывает, что состояние

¹ О безопасности дорожного движения: федеральный закон от 10.12.1995 N 196-ФЗ (ред. от 30.07.2019) // Собрание законодательства РФ. 1995. № 50. Ст. 4873.

² Об утверждении Концепции федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах»: распоряжение Правительства РФ от 27.10.2012 № 1995-р // Собрание законодательства РФ. 2012. № 45. Ст.6282.

³ Показатели состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 13.11.2024)

⁴ О федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2012 годах»: постановление Правительства РФ от 20 февраля 2006 г. N 100 // Собрание законодательства РФ. 2006. № 9. Ст. 1020.

⁵ Об утверждении Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы: распоряжение Правительства РФ от 08.01.2018 N 1-р // Собрание законодательства РФ. 2018. № 5. Ст. 774.

⁶ Анализ факторов, влияющих на безопасность движения транспортных средств на маршруте / И.Х. Хасанов, В.И. Рассоха, Р.Р. Ибраев, М.В. Литвинов // XVIII Международная научно-практическая конференция: Прогрессивные технологии в транспортных системах. Оренбург. 2023. С. 479–482.

БДД оценивается всевозможными способами с применением различных методик, в основе которых лежит общий подход – использование в разных комбинациях абсолютных и относительных показателей тяжести последствий ДТП [13, 14, 15.]

Таким образом, очевидна необходимость разработки методики, основанной на сопоставлении городов по различным параметрам состояния БДД в зависимости от конкретных целей сопоставления. Основой разработки методики послужили приказы Министерства регионального развития и Министерства строительства и ЖКХ^{7,8}.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования является состояние безопасности дорожного движения.

Цель исследования заключается в определении критериев для сопоставления городов в рейтинге безопасности дорожного движения.

Задачи исследования. 1. Провести анализ многочисленных показателей, связанных с условиями улично-дорожной сети, транспортной инфраструктуры, уровнем автомобилизации. 2. Провести расчет показателей на основании статистических и математических методов. 3. Учитывая статистические показатели определить интегральные показатели, необходимые для объективного сопоставления городов.

Метод интегральной оценки и набор показателей позволяют выявить преимущества и недостатки в обеспечении БДД в условиях городов.

Разработка аналитической базы, представляющей интерес для органов исполнительной власти различных уровней, помогает оценить ситуацию и принять верное решение. Рейтинг является базой для создания комплексных и отраслевых стратегий обеспечения и повышения состояния БДД, а также основой создания региональных программ.

Для сопоставления многочисленных свойств, измеряемых в разных по диапазону и размерности шкалах, используется относительный безразмерный показатель K , отражающий степень приближения абсолютного показателя свойства Q_i к максимальному $Q^{\max}$ и минималь-

ному $Q^{\min}$ показателям. Относительный показатель описывается зависимостью $K=f(Q^{\min}...Q_i...Q^{\max})$, которая может быть представлена нормирующей функцией

$$K = \frac{Q_i - Q^{\min}}{Q^{\max} - Q^{\min}}, \quad (1)$$

где Q_i – абсолютный показатель параметра;

$Q^{\min}$ – минимальный показатель параметра;

$Q^{\max}$ – максимальный показатель параметра.

Для сопоставления по относительной важности всех показателей используются безразмерные коэффициенты весомости β_{ij} . Вес определяется по методу многофакторной регрессии.

Таким образом, количественная оценка состояния БДД K_k выражается с помощью формулы

$$K_k = \sum_{i=1}^n k_i \beta_i, \quad (2)$$

где k_i – количественное значение параметра;

β_i – коэффициент весомости параметра.

Ключевая проблема отбора минимальной совокупности свойств (параметров), которые образуют качество объекта, решается за счет функционально-типологического анализа, основанного на рассмотрении качества как системы объективных свойств, а также исходя из объема исходной информации (статистической и открытых источников).

Таким образом, группы параметров, образующие индексы, полностью удовлетворяют требованиям достаточности и независимости.

Оценка состояния БДД городов осуществлялась по следующим параметрам: влияние водителя с учетом его возраста, стажа, пола, гражданства и категории водительского удостоверения; влияние человека как участника дорожного движения; влияние ребенка как участника дорожного движения; влияние транспортной инфраструктуры, ее доступности и характеристик внешней среды. Данные параметры сформированы на основании изучения трудов по оценке влияния человеческого фактора на состояние безопасности дорожного движения как отечественных специ-

⁷ Об утверждении методики оценки качества городской среды проживания: приказ Министерства регионального развития РФ от 9 сентября 2013 года № 371

⁸ Об утверждении Методики определения индекса качества городской среды муниципальных образований Российской Федерации: Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 31 октября 2017 года № 1494/пр.

алистов В.И. Рассохи⁹, Ю.В. Трофименко [16], С.С. Евтюкова¹⁰ [17], Л.С. Трофимовой [18], И.П. Энглези [19], Е.И. Железнова [20], Е.В. Куракиной [21], Е.В. Агеева [22], В.С. Волкова [23], В.Н. Баскова [24], И.Е. Ильиной [25], так и зарубежных Vaa T. [26], Reason J.¹¹

Для оценки состояния БДД отобраны параметры (32), которые в свою очередь объединены в 8 индексов.

Индексы, отражающие основные направления в оценке состояния БДД:

K_1 – состояние БДД в зависимости от возраста водителя;

K_2 – состояние БДД в зависимости от стажа управления водителем;

K_3 – состояние БДД в зависимости от гендерного признака водителя;

K_4 – состояние БДД в зависимости от гражданства водителя;

K_5 – состояние БДД в зависимости от категории водительского удостоверения водителя;

K_6 – состояние БДД в зависимости от категории участника дорожного движения;

K_7 – состояние БДД в зависимости от категории участника ребенка;

K_8 – характеристики среды.

Состояние БДД в зависимости от возраста водителя:

$$K_1 = \sum_{i=1}^8 Q_{1i}, \quad (3)$$

где Q_{1i} – количество ДТП со смертельным исходом по вине водителя в зависимости от его возраста, ед.

$$Q_{1i} = \frac{1}{8} \left(\frac{Q_{11} - Q_{11}^{\min}}{Q_{11}^{\max} - Q_{11}^{\min}} + \frac{Q_{12} - Q_{12}^{\min}}{Q_{12}^{\max} - Q_{12}^{\min}} + \frac{Q_{13} - Q_{13}^{\min}}{Q_{13}^{\max} - Q_{13}^{\min}} + \frac{Q_{14} - Q_{14}^{\min}}{Q_{14}^{\max} - Q_{14}^{\min}} + \frac{Q_{15} - Q_{15}^{\min}}{Q_{15}^{\max} - Q_{15}^{\min}} + \frac{Q_{16} - Q_{16}^{\min}}{Q_{16}^{\max} - Q_{16}^{\min}} + \frac{Q_{17} - Q_{17}^{\min}}{Q_{17}^{\max} - Q_{17}^{\min}} + \frac{Q_{18} - Q_{18}^{\min}}{Q_{18}^{\max} - Q_{18}^{\min}} \right), \quad (4)$$

где Q_{11} – возраст водителя от 18 до 21 года, ед.;

Q_{12} – возраст водителя от 21 до 25 лет, ед.;

Q_{13} – возраст водителя от 25 до 30 лет, ед.;

Q_{14} – возраст водителя от 30 до 40 лет, ед.;

Q_{15} – возраст водителя от 40 до 50 лет, ед.;

Q_{16} – возраст водителя от 50 до 60 лет, ед.;

Q_{17} – возраст водителя от 60 до 70 лет, ед.;

Q_{18} – возраст водителя старше 70 лет, ед.

Состояние БДД в зависимости от стажа управления водителем

$$K_2 = \sum_{i=1}^5 Q_{2i}, \quad (5)$$

где Q_{2i} – количество ДТП со смертельным исходом по вине водителя в зависимости от стажа управления водителем, ед.

$$Q_{2i} = \frac{1}{5} \left(\frac{Q_{21} - Q_{21}^{\min}}{Q_{21}^{\max} - Q_{21}^{\min}} + \frac{Q_{22} - Q_{22}^{\min}}{Q_{22}^{\max} - Q_{22}^{\min}} + \frac{Q_{23} - Q_{23}^{\min}}{Q_{23}^{\max} - Q_{23}^{\min}} + \frac{Q_{24} - Q_{24}^{\min}}{Q_{24}^{\max} - Q_{24}^{\min}} + \frac{Q_{25} - Q_{25}^{\min}}{Q_{25}^{\max} - Q_{25}^{\min}} \right), \quad (6)$$

где Q_{21} – стаж водителя до 2 лет, ед.;

Q_{23} – стаж водителя от 2 до 5 лет, ед.;

Q_{24} – стаж водителя от 5 до 10 лет, ед.;

Q_{25} – стаж водителя от 10 до 15 лет, ед.;

Q_{26} – стаж водителя свыше 15 лет, ед.

Состояние БДД в зависимости от гендерного признака водителя:

$$K_3 = \sum_{i=1}^2 Q_{3i}, \quad (7)$$

где Q_{3i} – количество ДТП со смертельным исходом по вине водителя в зависимости от гендерного признака, ед.

$$Q_{3i} = \frac{1}{2} \left(\frac{Q_{31} - Q_{31}^{\min}}{Q_{31}^{\max} - Q_{31}^{\min}} + \frac{Q_{32} - Q_{32}^{\min}}{Q_{32}^{\max} - Q_{32}^{\min}} \right), \quad (8)$$

Q_{31} – пол водителя «мужчина», ед.;

Q_{32} – пол водителя «женщина», ед.

Состояние БДД в зависимости от гражданства водителя:

$$K_4 = \sum_{i=1}^2 Q_{4i}, \quad (9)$$

⁹Рассоха В.И., Никитин Н.И. Безопасность велосипедистов на кольцевых пересечениях: краткий обзор и анализ литературы // XVI Международная научно-практическая конференция: Прогрессивные технологии в транспортных системах. Оренбург. 2021. С. 369–376.

¹⁰Евтюков С.С., Брылев И.С., Блиндер М.М. Пути повышения безопасности дорожного движения немеханических транспортных средств в г. Санкт-Петербурге // Международная научно-практическая конференция: Инфокоммуникационные и интеллектуальные технологии на транспорте. Липецк. 2022. С. 39–48.

¹¹Reason, J. Human error: models and management / J. Reason // BMJ 320 (7237).2000. pp. 768–770

где Q_{4i} – количество ДТП со смертельным исходом по вине водителя в зависимости от гендерного признака, ед.

$$Q_{4i} = \frac{1}{2} \left(\frac{Q_{41} - Q_{41}^{\min}}{Q_{41}^{\max} - Q_{41}^{\min}} + \frac{Q_{42} - Q_{42}^{\min}}{Q_{42}^{\max} - Q_{42}^{\min}} \right), \quad (10)$$

где Q_{41} – водитель – гражданин СНГ, ед.;

Q_{42} – водитель – гражданин иностранного государства, ед.

Состояние БДД в зависимости от категории водительского удостоверения водителя:

$$K_5 = \sum_{i=1}^4 Q_{5i}, \quad (11)$$

где Q_{5i} – количество ДТП со смертельным исходом по вине водителя в зависимости от категории водительского удостоверения, ед.

$$Q_{5i} = \frac{1}{4} \left(\frac{Q_{51} - Q_{51}^{\min}}{Q_{51}^{\max} - Q_{51}^{\min}} + \frac{Q_{52} - Q_{52}^{\min}}{Q_{52}^{\max} - Q_{52}^{\min}} + \frac{Q_{53} - Q_{53}^{\min}}{Q_{53}^{\max} - Q_{53}^{\min}} + \frac{Q_{54} - Q_{54}^{\min}}{Q_{54}^{\max} - Q_{54}^{\min}} \right), \quad (12)$$

Q_{51} – категория «В», ед.;

Q_{52} – категория «С», ед.;

Q_{53} – категория «Д», ед.;

Q_{54} – категория «А», ед.;

Q_{54} – категория «А», ед.

Состояние БДД в зависимости от категории участника дорожного движения:

$$K_6 = \sum_{i=1}^3 Q_{6i}, \quad (13)$$

где Q_{6i} – количество ДТП со смертельным исходом в зависимости от категории участника дорожного движения, ед.

$$Q_{6i} = \frac{1}{3} \left(\frac{Q_{61} - Q_{61}^{\min}}{Q_{61}^{\max} - Q_{61}^{\min}} + \frac{Q_{62} - Q_{62}^{\min}}{Q_{62}^{\max} - Q_{62}^{\min}} + \frac{Q_{63} - Q_{63}^{\min}}{Q_{63}^{\max} - Q_{63}^{\min}} \right), \quad (14)$$

Q_{61} – участник дорожного движения «водитель», ед.;

Q_{62} – участник дорожного движения «пешеход», ед.;

Q_{63} – участник дорожного движения «пассажир», ед.

Состояние БДД в зависимости от категории участника ребенка:

$$K_7 = \sum_{i=1}^4 Q_{7i}, \quad (15)$$

где Q_{7i} – количество ДТП со смертельным исходом с участием детей, ед.

$$Q_{7i} = \frac{1}{4} \left(\frac{Q_{71} - Q_{71}^{\min}}{Q_{71}^{\max} - Q_{71}^{\min}} + \frac{Q_{72} - Q_{72}^{\min}}{Q_{72}^{\max} - Q_{72}^{\min}} + \frac{Q_{73} - Q_{73}^{\min}}{Q_{73}^{\max} - Q_{73}^{\min}} + \frac{Q_{74} - Q_{74}^{\min}}{Q_{74}^{\max} - Q_{74}^{\min}} + \frac{Q_{75} - Q_{75}^{\min}}{Q_{75}^{\max} - Q_{75}^{\min}} \right), \quad (16)$$

Q_{71} – ребенок «пассажир», ед.;

Q_{72} – ребенок «пешеход», ед.;

Q_{73} – ребенок «велосипедист», ед.;

Q_{74} – ребенок «водитель механического транспортного средства», ед.;

Q_{75} – ребенок «водитель средства индивидуальной мобильности», ед.

Характеристики среды:

$$K_8 = \sum_{i=1}^4 Q_{8i}, \quad (17)$$

где Q_{8i} – индексы, характеризующие среду жизнедеятельности человека.

$$Q_{8i} = \frac{1}{4} \left(\frac{Q_{81} - Q_{81}^{\min}}{Q_{81}^{\max} - Q_{81}^{\min}} + \frac{Q_{82} - Q_{82}^{\min}}{Q_{82}^{\max} - Q_{82}^{\min}} + \frac{Q_{83} - Q_{83}^{\min}}{Q_{83}^{\max} - Q_{83}^{\min}} + \frac{Q_{84} - Q_{84}^{\min}}{Q_{84}^{\max} - Q_{84}^{\min}} \right), \quad (18)$$

Q_{81} – суровость погоды;

Q_{82} – доходность населения;

Q_{83} – транспортный индекс.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В таблице указаны результаты математических расчетов весовых коэффициентов. Определены наиболее значимые индексы. Уровень доходов населения и покупательская способность имеют прямо пропорциональную зависимость. Увеличение благосостояния, т.е. наличие денежных средств у населения, приводит к росту автомобилизации, что ухудшает состояние БДД. Весовой коэффициент транспортного индекса β_{83} составляет 0,612.

Фактические показатели аварийности наглядно позволяют показать истинное состояние БДД. Рост уровня автомобилизации подтверждает значимость индекса «водитель». Важнейшим параметром при определении уровня БДД в населенном пункте является водитель-мужчина (β_{61}, β_{31}) возрастом от 30 до 40 лет (β_{14}) со стажем управления более 15 лет (β_{25}), управляющий легковым транспортным средством (β_{51}) (см. таблицу).

Таблица
Определяющие индексы и их вес
Источник: составлено авторами.

Table
Defining indices and their weights
Source: compiled by the authors.

Индекс	Вес
Состояние БДД, характеризующееся возрастом водителя от 30 до 40 лет	$\beta_{14} = 0,419$
Состояние БДД, характеризующееся стажем управления водителем. Стаж водителя свыше 15 лет	$\beta_{25} = 0,332$
Состояние БДД, характеризующееся гендерным признаком водителя – мужчина	$\beta_{31} = 0,81$
Состояние БДД, характеризующееся гражданством водителя – водитель гражданин иностранного государства	$\beta_{42} = 3,216$
Состояние БДД, характеризующееся категорией водительского удостоверения водителя – категория «В»	$\beta_{51} = 0,851$
Состояние БДД, характеризующееся категорией участника дорожного движения – участник дорожного движения «водитель»	$\beta_{61} = 0,862$
Состояние БДД, характеризующееся категорией участника ребенка – ребенок «пешеход»	$\beta_{72} = 0,677$
Характеристики среды жизнедеятельности – транспортный индекс	$\beta_{83} = 0,612$

Дети-пешеходы β_{72} (всегда являлись и являются самыми незащищенными участниками дорожного движения в силу отсутствия навыков и элементарных знаний безопасного поведения на улично-дорожной сети.

ОБСУЖДЕНИЕ

Снижение аварийности на автомобильном транспорте, повышение безопасности дорожного движения является приоритетной задачей государства. Ежегодно в дорожно-транспортных происшествиях гибнут и получают ранения тысячи людей трудоспособного возраста. Это имеет непосредственное влияние на состояние демографии. Административно-территориальные образования Российской Федерации имеют различные климатические условия и географическое положение, социально-экономические показатели, бюджетные ресурсы и уровень собственных доходов.

В настоящее время состояние безопасности дорожного движения оценивают по абсолютным и относительным показателям аварийности. Существующие программы повышения безопасности дорожного движения имеют общие рекомендации и не учитывают

многочисленные особенности регионов. Проведенные исследования основаны на изучении отдельных показателей системы «человек – автомобиль – дорога – среда». Большое количество исследований посвящено изучению взаимодействия подсистем «человек – автомобиль», «автомобиль – дорога» и определению значимых параметров в них.

Разработанная методика позволит сравнить населенные пункты с одинаковым уровнем безопасности дорожного движения, а также определить основные проблемы, связанные с растущей автомобилизацией и подвижностью населения и выявить города с лучшей практикой организации мероприятий по предупреждению ДТП.

Методика является универсальной. Можно применить для определения значимых индексов в отношении населенного пункта с любым количеством жителей. Полученные результаты подтверждаются статистическими данными аварийности по Российской Федерации. Методика одновременно учитывает влияние 32 показателей. Является объективным инструментом для оценки состояния безопасности дорожного движения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, мониторинг рассматривается как один из видов управленческой деятельности, представляющей собой сбор информации об управляемых объектах с целью проведения оценки их состояния и прогнозирования дальнейшего развития. Не является исключением и обеспечение БДД, где мониторинг необходим, прежде всего, для выявления субъектов РФ, требующих финансовой поддержки по конкретным направлениям деятельности в области безопасности дорожного движения и обоснования финансового механизма стимулирования тех субъектов РФ, где наблюдается положительная динамика.

Рейтинг регионов по указанным параметрам представляется наиболее целесообразным для принятия первоочередных управленческих решений и финансирования мероприятий, направленных на повышение состояния безопасности дорожного движения.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Korotayev A.V., Tsire, S.V. Spectral analysis of the dynamics of the global gross domestic product (GDP): Kondratiev Waves, Kuznets Fluctuations, Jaglar and Kitchin cycles in global economic development and 2008-2009, A economic crisis. Structure and dynamics. 2010. vol. 4.1. pp. 3–57.
2. Плотников А.М., Жанказиев С.В., Гурин Д.О. О текущих результатах деятельности по достижению целевого уровня безопасности дорожного движения в регионах России // Транспорт Российской Федерации. 2019. № 5(84). С. 45–49.
3. Петров А.И. Динамика и прогноз обеспечения безопасности дорожного движения в России до 2030 г. // Проблемы прогнозирования. 2024 № 5 (206). С. 152–164. DOI: 10.47711/0868-6351-206-152-164
4. Новиков А.Н., Еремин С.В., Ломакин Д.О. Оценка уровня безопасности дорожного движения на региональном уровне // Мир транспорта и технологических машин. 2020. № 3 (70). С. 72–79. DOI: 10.33979/2073-7432-2020-70-3-72-79
5. Сильянов В.В., Капитанов В.Т., Мони-на О.Ю., Чубуков А.Б. Прогноз числа погибших в ДТП на основе социально-экономических показателей // Наука и техника в дорожной отрасли. 2017. № 4. С. 4–6.
6. Новиков И.А., Кравченко А.А., Шевцова А.Г., Васильева В.В. Научно-методологический подход к снижению аварийности на дорогах Российской Федерации // Мир транспорта и технологических машин. 2019. № 3(66). С. 58–65. DOI: 10.33979/2073-7432-2019-66-3-58-64
7. Кравченко П.А., Олещенко Е.М. Системный подход в управлении безопасностью дорожного движения в Российской Федерации // Транспорт Российской Федерации. 2018. № 2 (75). С. 14–18.
8. Ильина И.Е., Витвицкий Е.Е. Методология стратификации субъектов РФ по состоянию безопасности дорожного движения // Мир транспорта и технологических машин. 2022. № 3-3 (78). С. 76–82. DOI: 10.33979/2073-7432-2022-3(78)-3-76-82
9. Фаттахов Р.В., Низамутдинов М.М., Орешников В.В. Ранжирование регионов России по демографической ситуации с учетом уровня развития социальной инфраструктуры // Мир новой экономики. 2020; 14(4): 96–109. DOI: <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2020-14-4-96-109>
10. Зедгенизов А.В., Брянских Т.Б. Оценка интенсивности движения индивидуального транспорта к жилым объектам высокой этажности в г. Иркутске // Вестник гражданских инженеров. 2023. № 3 (98). С. 97–104. DOI: 10.23968/1999-5571-2023-20-3-97-104
11. Евтюков С.С., Брылев И.С., Блиндер М.М. Оценка влияния велосипедной инфраструктуры города на безопасность дорожного движения велосипедистов // Мир транспорта и технологических машин. 2022. № 3-2 (78). С. 76–84. DOI: 10.33979/2073-7432-2022-2(78)-3-76-84
12. Агуреев И.Е., Ахромешин А.В. Подходы к формализации понятия транспортного поведения населения городских агломераций // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2021. № 2. С. 60–70. DOI: 10.25198/2077-7175-2021-2-60.
13. Кравченко П.А., Олещенко Е.М. Системность, компетентность, ответственность – ключевые факторы обеспечения безопасности дорожного движения в России // Транспорт Российской Федерации. 2016. № 4 (65). С. 22–27.
14. Новиков И.А., Шевцова А.Г., Бахарев Г.А. Оценка динамики аварийности на дорогах Российской Федерации и меры по её снижению // Техника и технологии строительства. 2015. № 4 (4). С. 5–10.
15. Ильина И.Е. Приемы оценки безопасности дорожного движения: обзор // Транспорт Российской Федерации. 2020. № 1 (86). С. 22–25.
16. Трофименко Ю.В., Шашина Е.В. Влияние человеческого фактора на обеспечение безопасности дорожного движения // Безопасность жизнедеятельности. 2016. № 1(181). С. 24–27.
17. Евтюков С.С., Голов Е.В., Коломеец А.А. Роль человеческого фактора при возникновении дорожно-транспортного происшествия // Транспортное дело России. 2018. № 2. С. 196–199.
18. Для цитирования: Бебинов С.Е., Трофимова Л.С. Теоретическое обоснование для разработки показателей совершенствования подготовки и переподготовки персонала пассажирского автомобильного транспорта // Вестник СибАДИ. 2024. Т. 21, № 1. С. 48–61. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-1-48-61>
19. Энглези И.П. Определение вероятности возникновения ДТП на участках сети дорог с учётом человеческого фактора // Наука и техника в дорожной отрасли. 2017. № 4. С. 9–11.
20. Железнов Е.И., Казьмина Е.В. Влияние стажа и возраста водителя на безопасное управление автомобилем // Известия ВолгГТУ. 2012. Т. 5, № 2(89). 2012. С. 64–66.

21. Куракина Е.В., Складорова 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>

22. Агеев Е.В., Виноградов Е.С. Методология прогнозирования ошибок кандидатом в водители при анализе дорожных ситуаций // Мир транспорта и технологических машин. 2024. № 1-1 (84). С. 63–72. DOI: 10.33979/2073-7432-2024-1-1(84)-63-72

23. Волков В.С., Лебедев Е.Г. Влияние качества подготовки водительского состава на безопасность движения // Воронежский научно-технический вестник. 2023. № 2(44). С. 81–87.

24. Басков В.Н., Игнатов А.В. Оценка работоспособности водителя и ее влияние на эффективность и безопасность перевозочного процесса // Мир транспорта и технологических машин. 2022. №1 (76). С. 78–85. DOI: 10.33979/2073-7432-2022-76-1-78-85

25. Ильина И.Е. Выявление и оценка влияния человеческого фактора в возникновении дорожно-транспортного происшествия // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2020. № 9. С. 59–61.

26. Vaa T. Cognition and emotion in driver behaviour models: some critical viewpoints // Institute of Transport Economics. Oslo. 2007. pp. 48–59

REFERENCES

1. Korotayev A.V., Tsire S.V. Spectral analysis of the dynamics of the global gross domestic product (GDP): Kondratiev Waves, Kuznets Fluctuations, Jaglar and Kitchin cycles in global economic development and 2008-2009, A economic crisis. *Structure and dynamics*. 2010; 4.1: 3–57

2. Plotnikov A.M., Zhankaziev S.V., Gurin D.O. On the current results of activities aimed at achieving the target level of road safety in the regions of Russia. *Transport of the Russian Federation*. 2019; 5 (84): 45–49. (in Russ.) DOI: 10.47711/0868-6351-206-152-164

3. Petrov A.I. Dynamics and Forecast of Road Traffic Safety Management in Russia until 2030. *Studies on Russian Economic Development*. 2024; Vol. 35. No. 5: 716–724. DOI: 10.1134/S1075700724700254

4. Novikov A.N., Eremin S.V., Lomakin D.O. Assessment of road safety at the regional level. *World of transport and technological machines*. 2020; 3 (70): 72–79. (in Russ.) DOI: 10.33979/2073-7432-2020-70-3-72-79

5. Sil'yanov V.V., Kapitanov V.T., Monina O.Yu., Chubukov A.B. Forecast of road traffic fatalities based on socio-economic indicators. *Advanced Science and Technology for Highways*. 2017; 4: 4–6. (in Russ.)

6. Novikov I.A., Kravchenko A.A., Shevtsova A.G., Vasileva V.V. Scientific methodological approach to reduce accidents on the roads of the Russian Federation. *World of transport and technological machines*. 2019; 3(66): 58–65. (in Russ.) DOI: 10.33979/2073-7432-2019-66-3-58-64

7. Kravchenko P.A., Oleshchenko E.M. System approach to road safety management in the Russian Federation. *Transport Rossijskoj Federacii*. 2018; 2 (75): 14–18. (in Russ.)

8. Ilyina I.E., Vitvitsky E.E. Methodology of stratification of the subjects of the Russian Federation on the state of road safety. *World of transport and technological machines*. 2022; 3-3 (78): 76–82. (in Russ.) DOI: 10.33979/2073-7432-2022-3(78)-3-76-82

9. Fattakhov R.V., Nizamutdinov M.M., Oreshnikov V.V. Ranking of Regions of Russia by the Demographic Situation Considering the Level of Development of Social Infrastructure. *The world of new economy*. 2020; 14(4): 96–109. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.26794/2220-6469-2020-14-4-96-109>

10. Zedgenizov A.V., Bryanskiy T.B. Assessment of the intensity of individual transport traffic to high rise residential buildings in the city of Irkutsk. *Vestnik Grazhdanskikh Inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers* 2023; 3 (98): 97–104. (In Russ.) DOI: 10.23968/1999-5571-2023-20-3-97-104

11. Evtyukov S.S., Brylev I.S., Blinder M.M. Assessment of the impact of the cycling infrastructure of the city on the road safety of cyclists. *The world of new economy*. 2022; 3-2 (78): 76–84. (In Russ.) DOI: 10.23968/1999-5571-2023-20-3-97-104

12. Agureev I.E., Akhromeshin A.V. Approaches to formalizing the concept of transport behavior of the population of urban agglomerations. *Intellect. Innovations. Investments*. 2021; Vol. 2: 60–70. (In Russ.) DOI: 10.25198/2077-7175-2021-2-60.

13. Kravchenko P.A., Oleshchenko E.M. Systemicity, competence, responsibility - key factors in ensuring road safety in Russia. *Transport Rossijskoj Federacii*. 2016; 4 (65): 22–27. (In Russ.)

14. Novikov I.A., Shevcova A.G., Baharev G.A. Assessment of dynamics of accident rate on roads Russian federation and measure for its decrease. *Tekhnika i tekhnologii stroitel'stva*. 2015; 4 (4): 5–10. (In Russ.)

15. Il'ina I.E. Road safety assessment techniques: a review. *Transport Rossijskoj Federacii*. 2020; 1 (86): 22–25. (In Russ.)

16. Trofimenko Yu.V., Shashina E.V. Influence of the human factor in road-traffic safety. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2016; 1(181): 24–27. (In Russ.)

17. Evtyukov S.S., Golov E.V., Kolomeec A.A. The role of human factors in road traffic crashes. *Transport business of Russia*. 2018; 2: 196–199. (In Russ.)

18. Bebinov S.E., Trofimova L.S. Theoretical basis for development of indicators for improving training and retraining of specialists and passenger road transport personnel. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*. 2024; 21 (1): 48–61. (in Russ.) DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-1-48-61>

19. Englezi I.P. Determining the probability of accidents on road network sections taking into account the human factor. *Advanced Science and Technology for Highways*. 2017; 4: 9–11. (in Russ.)

20. Zheleznov E.I., Kaz'mina E.V. Influence of driver's experience and age on safe driving behavior

ior. *Izvestiya VolgGTU*. 2012; T. 5. No 2(89): 64–66. (in Russ.)

21. 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): 488–499. (in Russ.) DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2020-17-4-488-499>

22. Ageev E.V., Vinogradov E.S. Methodology for predicting errors by a candidate driver in the analysis of road situations. *World of transport and technological machines*. 2024; 1-1 (84): 63–72. (in Russ.) DOI: [10.33979/2073-7432-2024-1-1\(84\)-63-72](https://doi.org/10.33979/2073-7432-2024-1-1(84)-63-72)

23. Volkov V.S., Lebedev E.G. Influence of quality of preparation of driving composition on non-hazards of movement. *Voronezhskij nauchno-tekhnicheskij vestnik*. 2023; 2(44): 81–87. (in Russ.)

24. Baskov V.N., Ignatov A.V. Performance assessment of the driver and its impact on the efficiency and safety of the transport process. *World of transport and technological machines*. 2022; 1 (76): 78–85. (in Russ.) DOI: [10.33979/2073-7432-2022-76-1-78-85](https://doi.org/10.33979/2073-7432-2022-76-1-78-85)

25. Il'ina, I.E. Identifying and assessing the influence of human factors in the occurrence of a road traffic accident. *Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. Nauchnyj informacionnyj sbornik*. 2020; 9: 59–61. (in Russ.)

26. Vaa T. Cognition and emotion in driver behaviour models: some critical viewpoints. *Institute of Transport Economics*. Oslo. 2007: 48–59

ЗАЯВЛЕННЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Витвицкий Е.Е. Формирование направления, цели и задач исследования, теоретических положений; анализ нормативной документации, регуливающей обеспечение безопасности дорожного движения в РФ; корректировка статьи.

Ильина И.Е. Анализ трудов отечественных и зарубежных ученых по оценке влияния человеческого фактора на состояние безопасности дорожного движения; подготовка, написание статьи; математический расчет весовых коэффициентов параметров.

COAUTHORS' CONTRIBUTION

Vitvitsky E.E. Concept design, defining goals and objectives of the research, theoretical provisions, analysis of regulatory documentation in the sphere of road safety in the Russian Federation, correction of the manuscript.

Ilina I.E. Analysis of the works of domestic and foreign scientists related to the influence of the human factor on road safety, writing of the manuscript, mathematical calculations of weighting coefficients of parameters.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Витвицкий Евгений Евгеньевич – д-р техн. наук, проф. кафедры «Организация перевозок и безопасность движения» Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета (СибАДИ) (644080, г. Омск, просп. Мира, 5), член-эксперт Комиссии по вопросам цифровой и низкоуглеродной трансформации отрасли, ускоренному внедрению новых технологий Общественного совета Минтранса России.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0155-8941>,

SPIN-код: 7136-0475,

e-mail: vitvitsky_ee@mail.ru

Ильина Ирина Евгеньевна – канд. техн. наук, доц., доц. кафедры «Технический сервис машин» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет» (440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30), инженер 1-й категории отдела построения и развития интеллектуальной транспортной системы Государственного бюджетного учреждения Пензенской области «безопасный регион» (440031, г. Пенза, ул. Окружная, стр. 3Б).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0261-7824>,

SPIN-код: 9817-8690,

e-mail: iie.1978@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Vitvitsky Evgeny E. – Dr. of Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Transport Organization and Traffic Safety Transportation, the Siberian State Automobile and Highway University (SibADI) (5, Prospect Mira, Omsk, 644080), expert member of the Commission on Digital and Low Carbon Transformation of the Industry, Accelerated Implementation of New Technologies of the Public Council of the Russian Ministry of Transport.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0155-8941>,

SPIN-code: 7136-0475,

e-mail: vitvitsky_ee@mail.ru

Ilina Irina Evgenievna – Cand. of Sci. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Department of "Technical Service of Machines", the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Penza State Agrarian University" (440014, Penza region, Penza, Botany St., 30), 1st category engineer of the Department of Construction and Development of the intelligent Transport system of the Penza Region State Budgetary Institution "Safe region" (440031, Penza, Okruzhnaya St., p. 3B).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0261-7824>,

SPIN-код: 9817-8690,

e-mail: iie.1978@yandex.ru