



Разработка подхода к анализу показателей аварийности региона



Сергей ЕВТЮКОВ



Фазил ЗЕЙНАЛОВ



Дмитрий МИТРОШИН



Александр НОВИКОВ



Анастасия ШЕВЦОВА

Сергей Аркадьевич Евтюков¹, Фазил Назим оглы Зейналов², Дмитрий Викторович Митрошин³, Александр Николаевич Новиков⁴, Анастасия Геннадьевна Шевцова⁵

¹ Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия.

² Орловский юридический институт МВД России имени В. В. Лукьянова, Орел, Россия.

³ Научный центр безопасности дорожного движения МВД России, Москва, Россия.

⁴ Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева, Орел, Россия.

⁵ Белгородский государственный технологический университет имени В. Г. Шухова, Белгород, Россия.

¹ ORCID 0000-0003-3674-643X; Web of Science Researcher ID: AAC-3088-2019; Scopus Author ID: 56479135100; Scopus Author ID: 57201357770; РИНЦ SPIN-код: 2926–5435.

⁴ Web of Science Researcher ID: B-9082–2016; Scopus Author ID: 57077906200; РИНЦ Author ID: 143921.

⁵ ORCID 0000-0001-8973-9271; Web of Science Researcher ID: N-2399-2016; Scopus Author ID: ⁵ 6872710100; РИНЦ SPIN-код: 1326–7713.

✉ ⁵ shevcova-anastasiya@mail.ru.

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрено состояние безопасности дорожного движения (БДД) в Российской Федерации за долгосрочный период 2012–2022 гг. Определены основные направления в исследуемой области, отражены результаты действующего национального проекта «Безопасные качественные дороги», а также проанализированы реализуемые федеральные проекты, в частности, целевые индикаторы Федерального проекта «Безопасность дорожного движения» и определены перспективные пути по их достижению.

Установлена необходимость разработки подхода к анализу показателей аварийности региона, основанного на развитии инструментов Big Data для обработки больших объемов первичных данных. Выявлено, что имеющиеся данные, представленные в общедоступных статистических базах данных, не позволяют в полной мере оценить причины, в результате которых возникают дорожно-транспортные происшествия (ДТП). Несмотря на это с учетом имеющегося ресурса, а именно данных, представленных в аналитических информационных системах, находящихся на балансе ведомственных организаций, существует возможность

оценки аварийности в целом по региону с учетом показателей аварийности без пострадавших, которые определены значительно большим объемом данных. В таком случае возможно осуществить подробную детализацию причин и условий возникновения происшествий, что позволяет реализовать комплексный подход в предметной области.

В связи с этим основной целью исследования является разработка подхода к анализу показателей аварийности региона. Основными методами для достижения поставленной цели являются методы математического и статистического анализа. В качестве материалов исследования использованы общедоступные базы данных, а также ресурсы специализированной автоматизированной информационно-управляющей системы (АИУС). В результате выполненных исследований предложен интеллектуальный метод анализа данных, который впоследствии позволит более эффективно вырабатывать решения по повышению БДД, в том числе путем осуществления контрольно-надзорной деятельности соответствующих органов.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, первичный анализ данных, показатели аварийности, принятие решения, интеллектуальный метод, сложные поисковые запросы.

Для цитирования: Евтюков С. А., Зейналов Ф. Н., Митрошин Д. В., Новиков А. Н., Шевцова А. Г. Разработка подхода к анализу показателей аварийности региона // Мир транспорта. 2024. Т. 22. № 1 (110). С. 74–85. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2024-22-1-10>.

Полный текст статьи в переводе на английский язык публикуется во второй части данного выпуска.
English translation of the full text of the article is published in the second part of the issue.

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение безопасности дорожного движения (БДД) является одним из условий достижения национальных целей развития. Для достижения соответствующих целевых показателей разработан и реализуется ряд документов стратегического планирования. Так, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 января 2018 года № 1-р Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы¹ является основой для формирования и реализации государственной политики в области БДД на федеральном, региональном, муниципальном и межотраслевом уровнях. Указанная Стратегия включает в себя результаты анализа состояния БДД в Российской Федерации, а также разработанную на их основе совокупность мер, направленных на повышение БДД и снижение смертности в данной сфере, сформированных на системной основе.

Одним из основных направлений реализации Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р^{2, 3}, является создание условий для повышения качества жизни и здоровья граждан, а также реализация транспортного потенциала за счет опережающего развития транспортной инфраструктуры и расширения доступа к безопасным и качественным транспортным услугам. В данном контексте одним из фундаментальных направлений осуществления данного направления будет являться обеспечение БДД.

За предшествующий период в целом по стране БДД улучшилась, что подтверждено ежегодно регистрируемыми показателями аварийности, представленными в том числе на электронных ресурсах – в статистических

базах данных^{4, 5}, и в ежегодном отчете Научного центра безопасности дорожного движения МВД России (НЦ БДД)⁶ [1]. Наблюдается снижение показателей аварийности по общему количеству происшествий с погибшими и ранеными (рис. 1). Анализируя рассматриваемый одиннадцатилетний период – с 2012 по 2022 год, можно отметить, что в среднем общее количество происшествий с погибшими и ранеными по стране ежегодно снижается на 4,5 %, количество погибших – на 6,5 % и количество раненых – на 5,5 % [2; 3].

Наблюдаемая положительная динамика снижения рассматриваемых показателей (рис. 1), особенно начиная с 2018 года, во многом связана с реализацией нового подхода к снижению смертности на дорогах – концепции стремления к нулевой смертности, идеологической основой которой можно считать шведскую концепцию Vision Zero [4–8]. В соответствии с данной концепцией необходимо обеспечить безопасность транспортно-дорожного комплекса (ТДК) с учетом того факта, что человек (водитель) как одно из звеньев системы «водитель – автомобиль – дорога – среда» (ВАДС) может совершить ошибку. В таком случае составляющие системы должны обеспечить безопасность – предотвратить или минимизировать тяжесть последствий допущенной ошибки. С учетом данной концепции и относительно нового подхода к вопросу БДД на законодательном уровне были приняты новые проекты, направленные на повышение безопасности транспортно-дорожного комплекса (ТДК). Его основу составляет национальный проект «Безопасные качественные дороги»⁷ [9; 10]. В рамках проекта осуществляется строительство новых и реконструкция существующих автомобильных дорог, приведение их в нормативное состояние. В рамках данного нацио-

¹ Распоряжение Правительства РФ от 08.01.2018 N 1-р «Об утверждении Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы».

² Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года, утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р.

³ Соколов М. Транспортная стратегия России на период до 2030 года // Транспортная стратегия – XXI век. – 2013. – № 22. – С. 7–9. EDN: VEEFDR.

⁴ Показатели состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]: <http://stat.gibdd.ru/>. Доступ 05.09.2023.

⁵ Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]: <https://rosstat.gov.ru/>. Доступ 05.09.2023.

⁶ Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 2022 год. Информационно-аналитический обзор. М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России». – 2023. – 150 с. [Электронный ресурс]: <https://media.mvd.ru/files/embed/5055549>. Доступ 10.08.2023.

⁷ Национальный проект «Безопасные качественные дороги»: в 2021 году в России отремонтировали 16,5 тыс. км дорог // Мир транспорта. – 2022. – Т. 20. – № 1 (98). – С. 66.



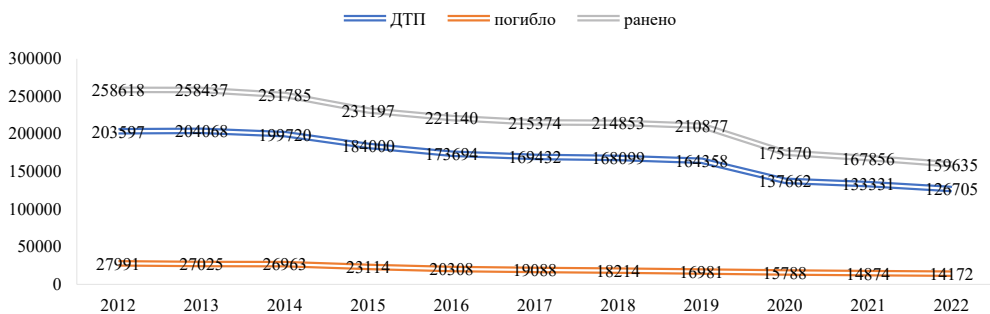


Рис. 1. Основные показатели аварийности в Российской Федерации за период 2012–2022 гг. [подготовлено авторами на основании анализа источников ^{4,5,6}].

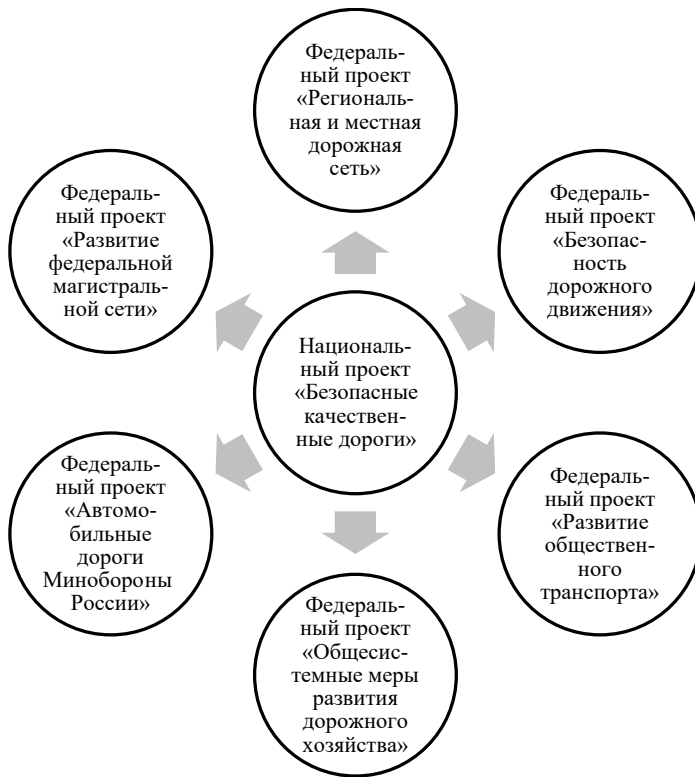


Рис. 2. Структурная схема основных составляющих национального проекта «Безопасные качественные дороги» [подготовлено авторами на основе ⁷].

нального проекта реализуются федеральные проекты «Региональная и местная дорожная сеть», «Безопасность дорожного движения», «Развитие общественного транспорта», «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства», «Автомобильные дороги Минобороны России» и «Развитие федеральной магистральной сети» (рис. 2).⁸

Достижение целей федерального проекта «Безопасность дорожного движения» оцени-

вается по основным показателям: «удовлетворенность безопасностью дорожного движения» и «количество погибших в ДТП на 10 тыс. транспортных средств», а также дополнительному показателю «количество погибших в ДТП на 100 тыс. населения» (рис. 3 а-в).

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ, ЦЕЛЬ, МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Для достижения установленных показателей в первую очередь необходимо оценить ситуацию по трем основным направлениям –

⁸ Сайт национального проекта «Безопасные качественные дороги». [Электронный ресурс]: <https://bkdrf.ru/about/SafetyRoads>.

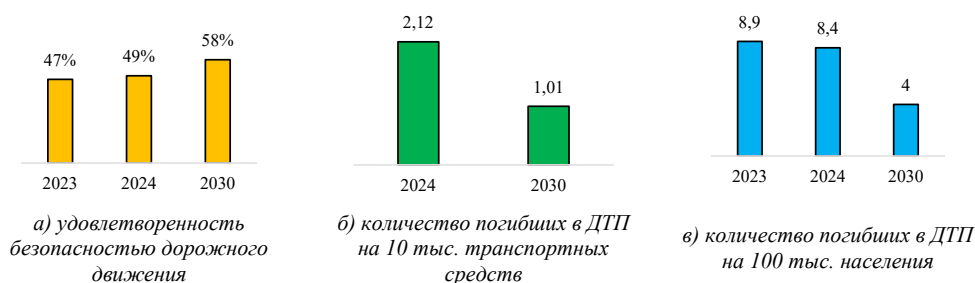


Рис. 3. Индикаторы федерального проекта «Безопасность дорожного движения» [подготовлено авторами на основе ⁸].

«как было», «на текущий момент» и в «перспективе», с использованием различных периодов и параметров для оценки. Точная оценка позволяет выполнить прогноз изменения ситуации и определить основные направления реализации для изменения ситуации. С учетом имеющегося информационного инструментария – Big Data, необходима разработка подхода к анализу показателей аварийности, в том числе, не представленных в официальных источниках, что и определяет основную цель выполненного исследования.

При работе с показателями аварийности для выполнения аналитических процедур специалисту, непосредственно связанному с научной спецификой деятельности, приходится работать с официальными источниками – статистическими базами данных, содержащими данные по количеству происшествий с погибшими и ранеными. Следует отметить, что в официальных источниках информация структурирована, что позволяет сделать выборку по различным показателям. В соответствии с заложенной в основу научных исследований, выполняемых в области БДД, системой ВАДС [11–13] представленные данные можно отнести к описанию одного из элементов или их связей. Работа в базе данных осуществляется посредством задания простых поисковых запросов, позволяющих анализировать один показатель. Например, рассматривая такой элемент системы ВАДС как «водитель», возможно подробно рассмотреть составляющие такого показателя, как «ДТП и пострадавшие из-за нарушения ПДД водителями транспортных средств», который включает в себя 16 подкатегорий или классификаций рассматриваемого показателя. Следует отметить, что некоторые классификации включают в себя несколько составляющих, что создает сложную иерархическую структуру, представленную в качестве примера для

рассматриваемого показателя (рис. 4).

В представленной структуре (рис. 4), светло-серую заливку имеют подразделы, которые фактически не представлены в официальной базе, в связи с тем, что по ним нельзя задать поисковый запрос, но для построения схемы они были внесены в качестве обязательного элемента, позволяющего осуществить классификацию. Заливку темно-серого оттенка имеют блоки, которые до 01.01.2022 не были представлены в официальных источниках, но, начиная с упомянутой даты, были введены. Следует отметить, что по данным показателям нельзя установить значения до указанной даты, в связи с тем, что ранее они были не учитываемыми.

Анализ представленной в качестве структуры схемы (рис. 4) показывает, что при использовании аналитического метода исследования и возможных видов такого метода – статистики, прогнозирования, интеллектуального анализа данных, оптимизации и пр., возможно применение только первого метода – статистики. В таком случае возможна реализация только одного направления – это оценка изменения динамики, но с учетом установленных целевых показателей при работе с данными по аварийности требуется разработка нового подхода к анализу и, соответственно, особого инструментария, который позволит реализовать интеллектуальный анализ данных и впоследствии более эффективно вырабатывать решения по повышению БДД, в том числе путем осуществления контрольно-надзорной деятельности соответствующих органов. Таким образом, на данном этапе был определен метод исследования – аналитический.

Основными используемыми материалами являются статистические базы данных. В результате анализа имеющегося инструментария для формирования рас-



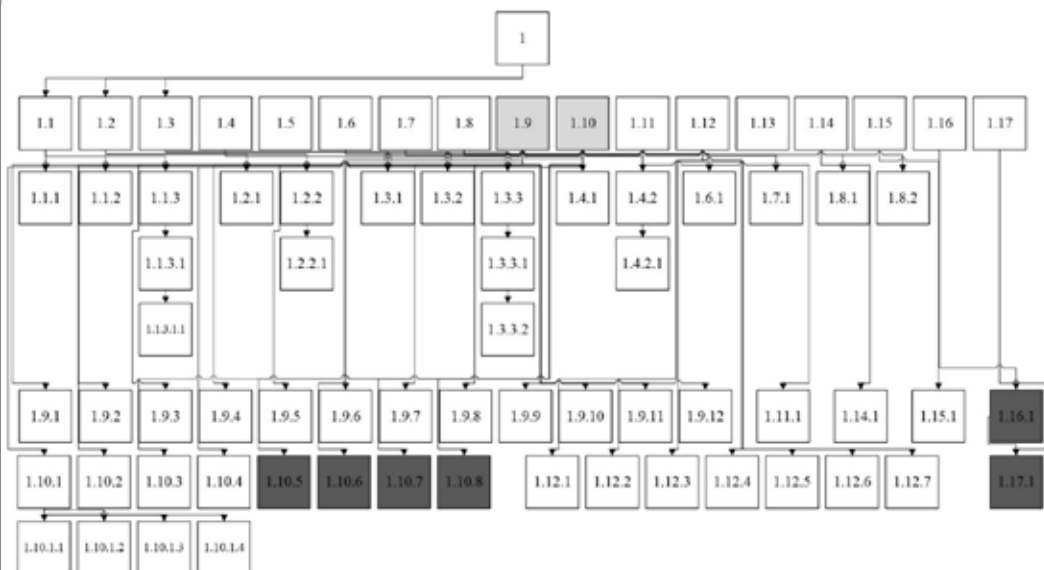


Рис. 4. Схема составляющих показателя «ДТП и пострадавшие из-за нарушения ПДД водителями транспортных средств» [выполнено авторами]:

1 – ДТП и пострадавшие из-за нарушения ПДД водителями транспортных средств – всего; 1.1 – водителями легковых автомобилей; 1.1.1 – водители находились в состоянии опьянения; 1.1.2 – перевозчики имеют лицензию на перевозочную деятельность; 1.1.3 – транспортные средства находятся в собственности физических лиц; 1.1.3.1 – водители находились в состоянии опьянения; 1.1.3.1.1 – перевозчики имеют лицензию на перевозочную деятельность; 1.2 – водителями грузовых автомобилей; 1.2.1 – водители находились в состоянии опьянения; 1.2.2 – транспортные средства находятся в собственности физических лиц; 1.2.2.1 – водители находились в состоянии опьянения; 1.3 – водителями автобусов; 1.3.1 – водители находились в состоянии опьянения; 1.3.2 – перевозчики имеют лицензию на перевозочную деятельность; 1.3.3 – транспортные средства находятся в собственности физических лиц; 1.3.3.1 – водители находились в состоянии опьянения; 1.3.3.2 – перевозчики имеют лицензию на перевозочную деятельность; 1.4 – водителями мотоциклов; 1.4.1 – водители находились в состоянии опьянения; 1.4.2 – транспортные средства находятся в собственности физических лиц; 1.4.2.1 – водители находились в состоянии опьянения; 1.5 – водителями мопедов и приравненных к ним транспортных средств; 1.6 – водителями трамваев; 1.6.1 – водители находились в состоянии опьянения; 1.7 – водителями троллейбусов; 1.7.1 – водители находились в состоянии опьянения; 1.8 – водителями тракторов и других самоходных механизмов; 1.8.1 – водители находились в состоянии опьянения; 1.8.2 – транспортные средства находятся в собственности физических лиц; 1.9 – возраст водителей; 1.9.1 – возраст которых от 0 до 10 лет; 1.9.2 – возраст которых от 10 до 14 лет; 1.9.3 – возраст которых от 14 до 16 лет; 1.9.4 – возраст которых от 16 до 18 лет; 1.9.5 – возраст которых от 18 до 21 года; 1.9.6 – возраст которых от 21 до 25 лет; 1.9.7 – возраст которых от 25 до 30 лет; 1.9.8 – возраст которых от 30 до 40 лет; 1.9.9 – возраст которых от 40 до 50 лет; 1.9.10 – возраст которых от 50 до 60 лет; 1.9.11 – возраст которых от 60 до 70 лет; 1.9.12 – возраст которых свыше 70 лет; 1.10 – стаж; 1.10.1 – со стажем управления до 2 лет; 1.10.1.1 – в состоянии опьянения; 1.10.1.2 – отказавшихся от прохождения медицинского освидетельствования; 1.10.1.3 – мужчинами; 1.10.1.4 – женщинами; 1.10.2 – со стажем управления от 2 до 5 лет; 1.10.3 – со стажем управления от 5 до 10 лет; 1.10.4 – со стажем управления от 10 до 15 лет; 1.10.5 – со стажем управления от 15 до 20 лет; 1.10.6 – со стажем управления от 20 до 25 лет; 1.10.7 – со стажем управления от 25 до 30 лет; 1.10.8 – со стажем управления свыше 30 лет; 1.11 – водителями – гражданами иностранных государств; 1.11.1 – водителями – гражданами стран СНГ; 1.12 – водители находились в состоянии опьянения; 1.12.1 – ДТП, произошедшие по понедельникам; 1.12.2 – ДТП, произошедшие по вторникам; 1.12.3 – ДТП, произошедшие по средам; 1.12.4 – ДТП, произошедшие по четвергам; 1.12.5 – ДТП, произошедшие по пятницам; 1.12.6 – ДТП, произошедшие по субботам; 1.12.7 – ДТП, произошедшие по воскресеньям; 1.13 – водители отказались от прохождения медицинского освидетельствования; 1.14 – транспортных средств физических лиц; 1.14.1 – водители находились в состоянии опьянения; 1.15 – транспортных средств юридических лиц; 1.15.1 – водители находились в состоянии опьянения; 1.16 – водителями-мужчинами; 1.16.1 – водители находились в состоянии опьянения; 1.17 – водителями-женщинами; 1.17.1 – водители находились в состоянии опьянения.

смаатриваемых баз данных особое внимание было уделено процессу первичной обработки данных, осуществляемой на месте ДТП. Следует отметить, что на сегодняшний день процесс занесения основной информации, необходимой для последующей работы, осуществляется в автоматизированной информационно-управляющей системе Госавтоинспекции (АИУС ГИБДД) [14–16]. Формы системы условно разделены на две группы – необходимые и достаточные. В рамках исследования особое внимание было уделено данным, которые включают

в себя необходимую информацию для формирования карточки ДТП. Основным положительным аспектом работы в данной системе является наличие более полной информации о происшествии, возможности задания сложных поисковых запросов, а также информации о количестве происшествий без пострадавших. Согласно рабочей гипотезе исследования, которая заключается в том, что для принятия решения по снижению количества происшествий на уровне региона необходимо вместе с показателями аварийности с пострадавшими

Таблица 1

Сформулированные сложные поисковые запросы [подготовлено авторами]

Наименование запроса		Общая формулировка поискового запроса
«Запрос 1»		
Количество ДТП в НП	с пострадавшими	кол-во ДТП в НП с пострадавшими
Количество ДТП в НП	без пострадавших	кол-во ДТП в НП без пострадавших
«Запрос 2»		
Количество ДТП ВНП	с пострадавшими	кол-во ДТП вне НП с пострадавшими
Количество ДТП ВНП	без пострадавших	кол-во ДТП вне НП без пострадавших
«Запрос 3»		
Количество ДТП в НП – перегон	с пострадавшими	кол-во ДТП на перегоне в НП с пострадавшими
Количество ДТП в НП – перегон	без пострадавших	кол-во ДТП на перегоне в НП без пострадавших
«Запрос 4»		
Количество ДТП в НП-РПП	с пострадавшими	кол-во ДТП на РПП в НП с пострадавшими
Количество ДТП в НП-РПП	без пострадавших	кол-во ДТП на РПП в НП без пострадавших
«Запрос 5»		
Количество ДТП в НП-НПП	с пострадавшими	кол-во ДТП на НПП в НП с пострадавшими
Количество ДТП в НП-НПП	без пострадавших	кол-во ДТП на НПП в НП без пострадавших
«Запрос 6»		
Количество ДТП в НП-РП	с пострадавшими	кол-во ДТП на РП в НП с пострадавшими
Количество ДТП в НП-РП	без пострадавших	кол-во ДТП на РП в НП без пострадавших
«Запрос 7»		
Количество ДТП в НП-НПРД	с пострадавшими	кол-во ДТП на НПРД в НП с пострадавшими
Количество ДТП в НП-НПРД	без пострадавших	кол-во ДТП на НПРД в НП без пострадавших
«Запрос 8»		
Количество ДТП в НП-НПНД	с пострадавшими	кол-во ДТП на НПНД в НП с пострадавшими
Количество ДТП в НП-НПНД	без пострадавших	кол-во ДТП на НПНД в НП без пострадавших
«Запрос 9»		
Количество ДТП в НП-НПсКД	с пострадавшими	кол-во ДТП на НПсКД в НП с пострадавшими
Количество ДТП в НП-НПсКД	без пострадавших	кол-во ДТП на НПсКД в НП без пострадавших

Пояснения: ДТП – дорожно-транспортное происшествие; НП – населенный пункт; ВНП – вне населенного пункта; РПП – регулируемый пешеходный переход; НПП – нерегулируемый пешеходный переход; РП – регулируемый перекресток; НПРД – нерегулируемый перекресток равнозначных дорог; НПНД – нерегулируемый перекресток неравнозначных дорог; НПсКД – нерегулируемое пересечение с круговым движением.

осуществлять оценку показателей аварийности без пострадавших, данная информация является важной и необходимой для учета при анализе показателей аварийности и, соответственно, определенным инструментарием для выработки мер по принятию решения. Таким образом, основными материалами при работе в данном исследовании стали статистические базы данных и АИУС ГИБДД.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для разработки подхода к оценке показателей аварийности в соответствии с разделами АИУС ГИБДД были сформулированы сложные поисковые запросы (табл. 1), позволяющие получить данные о количестве происшествий с пострадавшими и без пострадавших, на основании чего выполнить анализ и осуществить сравнение полученных результатов. Следует отметить, что структура сис-

темы включает в себя семь основных разделов:

- 1. Общие сведения.
- 2. УДС и схема ДТП.
- 3. Дорожные условия.
- 4. Действия на месте ДТП.
- 5. Сведения о транспортных средствах, участвовавших в ДТП.
- 6. Сведения об участниках ДТП.
- 7. Дополнительные сведения.

Каждый из представленных разделов включает в себя достаточный перечень параметров, позволяющий на уровне региона за рассматриваемый период осуществить первичный анализ причин и условий возникновения ДТП. Безусловно, на возникновение происшествия оказывает влияние большое количество факторов, что требует выполнения глубокого анализа, но в рамках данного исследования предлагается разработать механизм первоначальной оценки имеющихся показа-



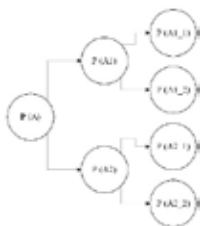


Рис. 5. Изображение составляющих общей статистической вероятности [подготовлено авторами].

Таблица 2
Полученные значения вероятностей
[подготовлено авторами]

Год	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
P (A)	1	1	1	1	1	1	1
P (A1)	0,97	0,97	0,95	0,97	0,97	0,96	0,95
P (A2)	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,04	0,05
P (A1_1)	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,07	0,06
P (A1_2)	0,92	0,91	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
P (A2_1)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
P (A2_2)	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03

телей для выполнения дальнейшего анализа выявленного доминирующего запроса, например, по показателю «объект УДС».

Несмотря на довольно обширный спектр представленной информации в общедоступных информационных ресурсах, к основным из недостатков их использования относятся отсутствие детализированных данных, например классификации по «объектам УДС», и отсутствие данных по количеству происшествий во всех показателях без пострадавших. Также следует отметить особенность АИУС ГИБДД – отсутствие возможности пользования данной системой пользователями, не относящимся к ведомственным структурам, например, исследователям в области безопасности дорожного движения. Тем не менее, несмотря на имеющийся ряд проблем, на основании официального запроса были получены количественные данные по сформулированным запросам (табл. 1), что позволило осуществить анализ полученных данных.

Первоочередным мероприятием для разработки подхода является переход к относительным показателям – вероятностным значениям наступления события. Следует отметить, что работа в вероятностной области позволяет выполнить оценку наиболее весомых значений, обладающих наибольшим «весом» статистической вероятности наступления событий, что дает возможность планирования основных мероприятий по снижению аварийности для конкретного субъекта Российской Федерации.

В качестве примера в рамках данного исследования рассмотрены показатели аварийности по Белгородской области за период 2016–2022 годов, полученные в результате задания сформулированных поисковых запросов (табл. 1) в системе АИУС ГИБДД. На первоначальном этапе для перехода в область

вероятностных значений работа осуществлялась по «запросу 1» и «запросу 2», где было принято что $P(A)$ – это общая статистическая вероятность наступления ДТП, определяемая с использованием формул:

$$P(A) = P(A1) + P(A2), \quad (1)$$

где $P(A)$ – общая статистическая вероятность наступления события (ДТП);

$P(A1)$ – статистическая вероятность наступления ДТП в населенном пункте;

$P(A2)$ – статистическая вероятность наступления ДТП вне населенного пункта.

$$P(A1) = P(A1_1) + P(A1_2), \quad (2)$$

где $P(A1)$ – статистическая вероятность наступления ДТП в населенном пункте;

$P(A1_1)$ – статистическая вероятность наступления ДТП с пострадавшими в населенном пункте;

$P(A1_2)$ – статистическая вероятность наступления ДТП без пострадавших в населенном пункте;

$$P(A2) = P(A2_1) + P(A2_2), \quad (3)$$

где $P(A2)$ – статистическая вероятность наступления ДТП вне населенного пункта;

$P(A2_1)$ – статистическая вероятность наступления ДТП с пострадавшими вне населенного пункта;

$P(A2_2)$ – статистическая вероятность наступления ДТП без пострадавших вне населенного пункта.

Графически взаимосвязь показателей имеет вид, представленный на рис. 5. В результате расчета были получены данные по установленным вероятностям, которые наглядно представлены в табл. 2.

Полученные результаты позволяют представить данные в условном поле вероятности, в котором наглядно отражено, что большинство событий происходит в населенном пункте. При сравнении с абсолютными показателями стоит отметить, что, несмотря на снижение общих количествен-

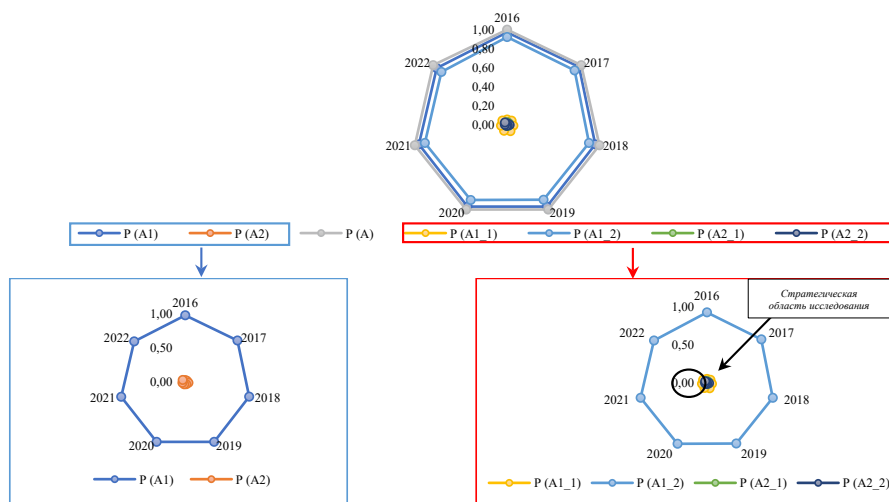


Рис. 6. Общий вид области вероятности наступления событий [подготовлено авторами].

ных показателей, ситуация в рассматриваемом регионе за рассматриваемый период остается неизменной (рис. 6). Дальнейший анализ показывает, что наибольшее количество происшествий в населенных пунктах, которое варьируется в пределах от 0,89 до 0,92, происходит без пострадавших; статистическая вероятность ДТП с пострадавшими изменяется в пределах от 0,05 до 0,08. Условно, на протяжении рассматриваемого периода в Белгородской области от общего числа происшествий ежегодно происходит в среднем приблизительно 7 % происшествий, в которых люди гибнут или их здоровью причиняется вред. Согласно нормативным источникам и концепции «нулевого видения» в долгосрочной перспективе именно таким событиям уделяют особое внимание, так как в результате их возникновения был нанесен вред здоровью или жизни человека. Тем не менее с учетом полученных результатов также требуется постоянный контроль за изменением данных, характеризующих количество ДТП без пострадавших.

Данные, представленные на рис. 6, показывают, что в целом по региону ситуация с распределением происшествий остается неизменной. В связи с целенаправленностью политики в области БДД на снижение числа погибших особое внимание в данном исследовании уделено таким составляющим области вероятности, как $P(A1_1)$ и $P(A2_1)$, что выделено черным сегментом.

Для анализа установленного стратегически важного сегмента предлагается принять

в качестве общего показателя статистической вероятности наступления событий показатель $P(A1)$, приравняв его к новому показателю $P(B)$, что позволяет перейти в новую вероятностную область:

$$P(A1) = P(B). \quad (4)$$

В таком случае особое внимание будет уделено всем происшествиям, произошедшим в населенных пунктах, с учетом количественных показателей с пострадавшими и без пострадавших. Для продолжения дальнейшего исследования были рассмотрены поисковые запросы 3–9 (табл. 1), позволяющие установить наиболее аварийные объекты УДС в масштабах рассматриваемого региона. В данном случае общий математический вид определения вероятности наступления событий в населенных пунктах следующий:

$$P(B) = P(B1) + P(B2) + P(B3) + P(B4) + P(B5) + P(B6) + P(B7) + P(B8), \quad (5)$$

где $P(B)$ – статистическая вероятность наступления ДТП в населенном пункте;

$P(B1)$ – статистическая вероятность наступления ДТП на перегоне;

$P(B2)$ – статистическая вероятность наступления ДТП на регулируемом пешеходном переходе;

$P(B3)$ – статистическая вероятность наступления ДТП на нерегулируемом пешеходном переходе;

$P(B4)$ – статистическая вероятность наступления ДТП на регулируемом перекрестке;

$P(B5)$ – статистическая вероятность наступления ДТП на нерегулируемом перекрестке равнозначных дорог;



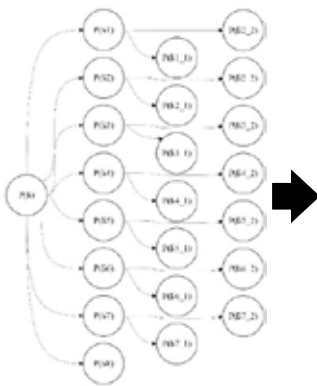


Рис. 7. Изображение составляющих вероятности возникновения ДТП в населенных пунктах Р(Б) по определенным объектам УДС [подготовлено авторами].

Таблица 3
Полученные значения вероятностей для Р(Б)
[подготовлено авторами]

Год	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Р(Б)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Р(Б1)	0,111	0,085	0,080	0,088	0,118	0,121	0,117
Р(Б1_1)	0,007	0,008	0,013	0,013	0,016	0,012	0,014
Р(Б1_2)	0,104	0,077	0,068	0,075	0,102	0,109	0,104
Р(Б2)	0,007	0,007	0,006	0,010	0,013	0,015	0,014
Р(Б2_1)	0,004	0,003	0,003	0,004	0,004	0,003	0,005
Р(Б2_2)	0,003	0,004	0,003	0,005	0,009	0,011	0,010
Р(Б3)	0,026	0,025	0,025	0,025	0,032	0,031	0,023
Р(Б3_1)	0,009	0,012	0,012	0,013	0,014	0,013	0,013
Р(Б3_2)	0,016	0,013	0,013	0,012	0,018	0,018	0,011
Р(Б4)	0,050	0,059	0,059	0,066	0,076	0,073	0,066
Р(Б4_1)	0,006	0,006	0,007	0,010	0,010	0,007	0,008
Р(Б4_2)	0,044	0,053	0,052	0,055	0,066	0,066	0,059
Р(Б5)	0,010	0,010	0,008	0,011	0,016	0,012	0,013
Р(Б5_1)	0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,001	0,001
Р(Б5_2)	0,009	0,009	0,007	0,009	0,013	0,011	0,011
Р(Б6)	0,070	0,076	0,073	0,102	0,121	0,118	0,103
Р(Б6_1)	0,008	0,010	0,012	0,019	0,017	0,018	0,015
Р(Б6_2)	0,062	0,066	0,061	0,083	0,103	0,100	0,088
Р(Б7)	0,008	0,014	0,015	0,018	0,014	0,014	0,009
Р(Б7_1)	0,001	0,001	0,000	0,002	0,002	0,001	0,001
Р(Б7_2)	0,007	0,013	0,015	0,016	0,012	0,013	0,008

Р(Б6) – статистическая вероятность наступления ДТП на нерегулируемом перекрестке неравнозначных дорог;

Р(Б7) – статистическая вероятность наступления ДТП на нерегулируемом пересечении с круговым движением;

Р(Б8) – статистическая вероятность наступления ДТП на иных объектах УДС.

$$Р(Б1) = Р(Б1_1) + Р(Б1_2), \tag{6}$$

где Р(Б1_1) – статистическая вероятность наступления ДТП с пострадавшими на перегоне в НП;

Р(Б1_2) – статистическая вероятность наступления ДТП без пострадавших на перегоне в НП.

$$Р(Б2) = Р(Б2_1) + Р(Б2_2), \tag{7}$$

где Р(Б2_1) – статистическая вероятность наступления ДТП с пострадавшими на регулируемом пешеходном переходе в НП;

Р(Б2_2) – статистическая вероятность наступления ДТП без пострадавших на регулируемом пешеходном переходе в НП.

$$Р(Б3) = Р(Б3_1) + Р(Б3_2), \tag{8}$$

где Р(Б3_1) – статистическая вероятность наступления ДТП с пострадавшими на нерегулируемом пешеходном переходе в НП;

Р(Б3_2) – статистическая вероятность наступления ДТП без пострадавших на нерегулируемом пешеходном переходе в НП.

$$Р(Б4) = Р(Б4_1) + Р(Б4_2), \tag{9}$$

где Р(Б4_1) – статистическая вероятность наступления ДТП с пострадавшими на регулируемом перекрестке в НП;

Р(Б4_2) – статистическая вероятность наступления ДТП без пострадавших на регулируемом перекрестке в НП.

$$Р(Б5) = Р(Б5_1) + Р(Б5_2), \tag{10}$$

где Р(Б5_1) – статистическая вероятность наступления ДТП с пострадавшими на нерегулируемом перекрестке равнозначных дорог в НП;

Р(Б5_2) – статистическая вероятность наступления ДТП без пострадавших на нерегулируемом перекрестке равнозначных дорог в НП.

$$Р(Б6) = Р(Б6_1) + Р(Б6_2), \tag{11}$$

где Р(Б6_1) – статистическая вероятность наступления ДТП с пострадавшими на нерегулируемом перекрестке неравнозначных дорог в НП;

Р(Б6_2) – статистическая вероятность наступления ДТП без пострадавших на нерегулируемом перекрестке неравнозначных дорог в НП.

$P(B7) = P(B7_1) + P(B7_2)$, (12)
где $P(B7_1)$ – статистическая вероятность наступления ДТП с пострадавшими на нерегулируемом пересечении с круговым движением в НП;

$P(B7_2)$ – статистическая вероятность наступления ДТП без пострадавших на нерегулируемом пересечении с круговым движением в НП.

$P(B8) = P(B8_1) + P(B8_2)$, (13)
где $P(B8_1)$ – статистическая вероятность наступления ДТП с пострадавшими на иных объектах УДС в НП;

$P(B8_2)$ – статистическая вероятность наступления ДТП без пострадавших на иных объектах УДС в НП.

Следует отметить, что интерфейс программы АИУС ГИБДД позволяет подразделить объекты УДС на 29 видов, например, эстакада, путепровод, АЗС, внутридворовая территория и др. В рамках данного исследования детальный анализ выполнен по основным объектам, представленным в таблице поисковых запросов (табл. 1), остальные в данном случае отнесены к иным объектам. В дальнейшем общая структура будет расширена и аналогичным образом детально проанализирована.

В результате расчета были определены значения статистических вероятностей наступления ДТП, представленные в табл. 3. Взаимосвязь составляющих вероятности возникновения ДТП в населенных пунктах $P(B)$ по определенным объектам УДС представлена на рис. 7.

В данном случае в рамках анализа (рис. 7, табл. 3) была рассмотрена новая область вероятностей $P(B)$, которая являлась полноценным рабочим полем со значением вероятности, равным 1. Общий вид полученных результатов представлен на рис. 8.

Анализ представленных данных позволяет установить, что в рассматриваемом субъекте на протяжении длительного периода (2016–2022 гг.) наиболее аварийными с точки зрения общего количества происшествий являются перегоны ($P(B1)$), регулируемые перекрестки ($P(B4)$) и нерегулируемые перекрестки равнозначных дорог ($P(B6)$). Несмотря на общее снижение количества происшествий с пострадавшими, что отражено в официальной статистической базе данных, уровень аварийности на данных объектах остается на высоком уровне в сравнении с иными объектами

УДС. Аналогичная ситуация характерна и для происшествий без пострадавших. По результатам анализа количества ДТП с погибшими и ранеными наиболее аварийными также остаются перегоны ($P(B1)$), регулируемые перекрестки ($P(B4)$), нерегулируемые перекрестки равнозначных дорог ($P(B6)$), но здесь высокая аварийность также наблюдается на нерегулируемых пешеходных переходах ($P(B3)$). Одним из положительных аспектов перехода в вероятностную область является оценка общей динамики изменения аварийности исследуемых объектов, которая показывает, что доля происшествий, характерная для некоторых исследуемых объектов УДС, изменяется в относительно узком диапазоне, например, для регулируемых пешеходных переходов ($P(B2)$), нерегулируемых перекрестков равнозначных дорог ($P(B5)$) и нерегулируемых пересечений с круговым движением ($P(B7)$).

ВЫВОДЫ

В результате выполненного анализа была представлена основа разрабатываемого подхода к оценке показателей аварийности с использованием расширенного диапазона данных, позволяющая принять в учет показатели происшествий без пострадавших. С учетом направлений, активно реализуемых во всех без исключения субъектах Российской Федерации, и нацеленности на концепцию «нулевой смертности» это позволяет рассчитывать параметры показателей, связанных со снижением общего количества происшествий. В связи с этим разрабатываемый подход с последующей детализацией по всем показателям, представленным в общедоступной статистической базе данных, и данным, отраженным в АИУС ГИБДД, посредством задания сложных поисковых запросов и перевода абсолютных показателей в относительные с использованием вероятностных моделей позволит определить вес данных в общей системе и установить перечень рекомендуемых мероприятий по снижению ДТП для исследуемого субъекта.

В свою очередь последующая автоматизация представленного анализа позволяет оптимизировать процесс обработки показателей аварийности с учетом добавления в аналитическую модель факторов, оказывающих влияние на изменение рассматриваемых показателей, таких как:



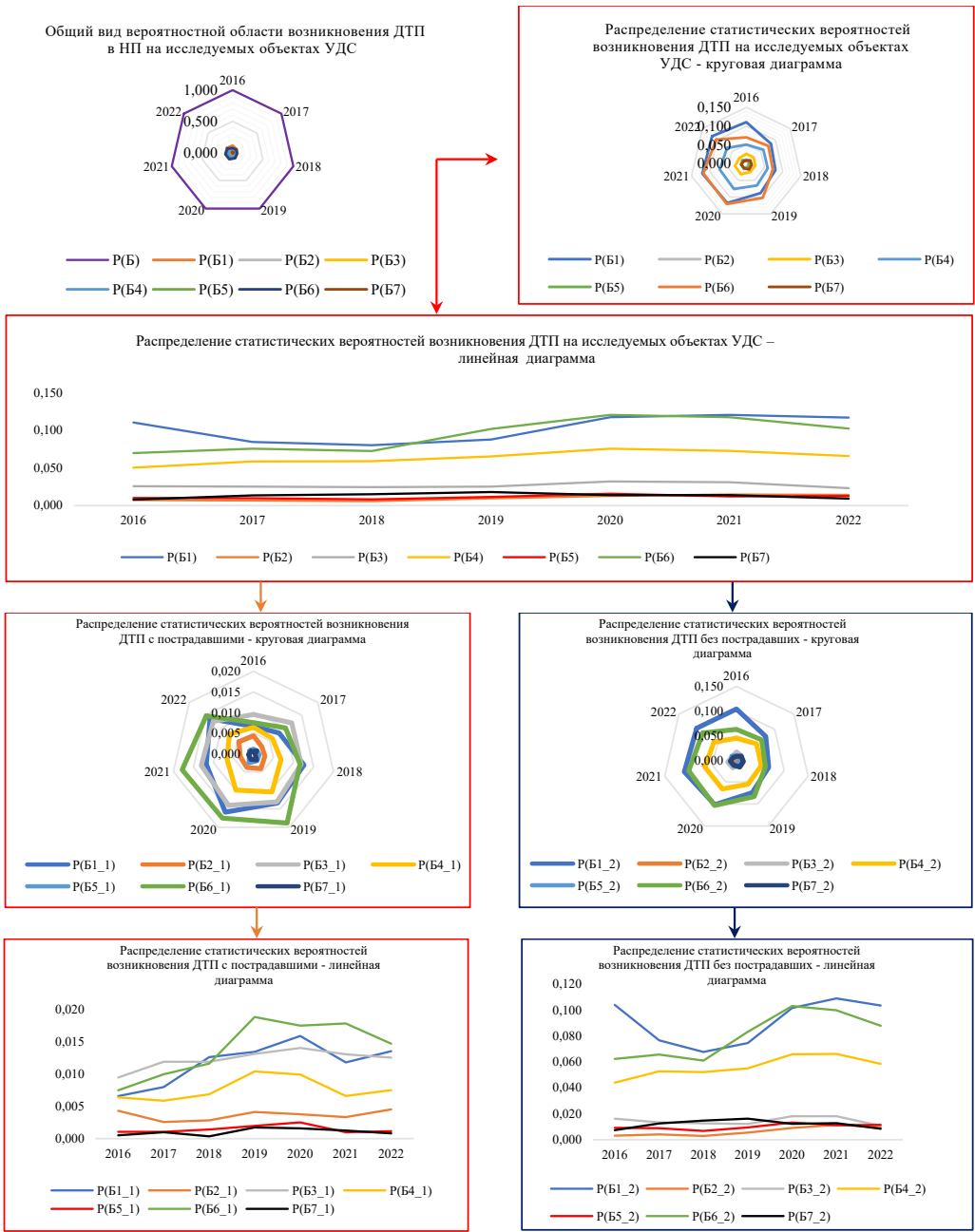


Рис. 8. Схема составляющих вероятностной области ДТП в населенных пунктах на исследуемых объектах УДС [подготовлено авторами].

- уровень автомобилизации в регионе;
- протяженность автомобильных дорог с твердым покрытием в регионе;
- оснащенность региона ИТС с учетом уровня зрелости;
- социально-экономическое положение региона и уровень инфляции;
- численность населения региона и его миграционная активность;

- демографические показатели и пр.

Анализ указанных показателей в совокупности с показателями безопасности дорожного движения позволит прогнозировать достижение целевых ориентиров, закрепленных в национальных проектах и документах стратегического планирования, а также оценивать степень влияния тех или иных факторов при выработке государственной политики

в соответствующих областях. При осуществлении прогнозирования изменения ситуации в целом по региону может быть реализовано долгосрочное планирование реализации направлений и применения мероприятий для эффективного использования имеющихся ресурсов и формирования специализированных запросов для федерального уровня на получение новых, например, исполнительных элементов ИТС, программно-аппаратных комплексов, выполнения определенных видов работ, способствующих повышению БДД, и реализации иных направлений, что в совокупности станет основой для осуществления цифровой трансформации.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Майоров В. И. Реализация национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» и федерального проекта «Безопасность дорожного движения»: достижения, проблемы, перспективы // Безопасность дорожного движения. – 2023. – № 1 (28). – С. 12–15. EDN: SLCBEO.
2. Ишков А. М., Иванова А. Е., Бояршинов А. Л., Филиппова Н. А. Состояние безопасности дорожного движения в Арктической зоне Российской Федерации // Мир транспорта. – 2022. – Т. 20. – № 5 (102). – С. 66–75. EDN: DTJCQN. DOI: 10.30932/1992-3252-2022-20-5-8.
3. Батищева О. М., Ганичев А. И., Старикова А. Г. Факторы, влияющие на обеспечение безопасности дорожного движения в крупных городах // Вестник транспорта Поволжья. – 2023. – № 2 (98). – С. 110–115. EDN: DUXWGV.
4. Шевцова А. Г. Математический анализ определенных показателей безопасности дорожного движения в Российской Федерации // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2021. – Т. 18. – № 6 (82). – С. 700–711. EDN: LKBLPZ. DOI: 10.26518/2071-7296-2021-18-6-700-711.
5. Шевцова А. Г. Динамика реализации программы VISION ZERO в мировых странах // Мир транспорта и технологических машин. – 2021. – № 3 (74). – С. 35–42. EDN: LYTEUC. DOI: 10.33979/2073-7432-2021-74-3-35-42.
6. Зейналов Ф. Н. О применимости шведской программы повышения безопасности дорожного движения

«Vision Zero» к российской действительности // Научный вестник Орловского юридического института МВД Российской Федерации имени В. В. Лукьянова. – 2020. – № 1 (82). – С. 92–98. EDN: BPCQKK.

7. Kim, E., Muennig, P., Rosen, Z. Vision zero: a toolkit for road safety in the modern era. Injury Epidemiology, 2017, Vol. 4, Iss. 1, pp. 1–9. DOI: 10.1186/s40621-016-0098-z.

8. Belin, M.-Å., Vedung, E., Tillgren, P. Vision Zero – a road safety policy innovation. International journal of injury control and safety promotion, 2012, Vol. 19, Iss. 2, pp. 171–179. DOI: 10.1080/17457300.2011.635213.

9. Ворошилов Н. В. Тенденции, проблемы и перспективы реализации национального проекта России «Безопасные качественные дороги» // Вопросы территориального развития. – 2022. – Т. 10. – № 2. EDN: LUYEOP. DOI: 10.15838/tidi.2022.2.62.3.

10. Новиков А. А., Савинова А. В., Казымов С. Р. Безопасные и качественные автомобильные дороги // Сила систем. – 2020. – № 3 (16). – С. 15–21. EDN: VCBVZQ.

11. Трофименко Ю. В., Григорьева Т. Ю., Шашина Е. В. Методика обоснования мер по снижению аварий в системе «водитель – автомобиль – дорога – среда» // Безопасность в техносфере. – 2012. – Т. 1. – № 3. – С. 30–37. EDN: OYKJHF.

12. Салмин В. В., Нелюцкова Е. А. Эвристический метод оценки состояния системы «водитель – автомобиль – дорога – среда» // Мир транспорта и технологических машин. – 2012. – № 1 (36). – С. 111–115. EDN: PUNLIR.

13. Воеводин Е. С., Фомин Е. В., Пулянова К. В. [и др.] Определение оптимальных параметров элементов системы «водитель – автомобиль – дорога – среда» // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2018. – Т. 22. – № 5 (136). – С. 240–250. EDN: XPSDUT. DOI: 10.21285/1814-3520-2018-5-240-250.

14. Хайруллин Р. Р. Вопросы учета дорожно-транспортных происшествий в автоматизированных системах подразделений Госавтоинспекции // Вестник НЦБЖД. – 2017. – № 3 (33). – С. 140–145. EDN: ZIVYDD.

15. Порташников О. М., Кузнецов В. В., Горбатенко Д. С. Государственный учет показателей безопасности дорожного движения в ГИБДД Московской области: состояние, проблемы, взгляд в будущее // Вестник Московского университета МВД России. – 2017. – № 6. – С. 222–224. EDN: XSVGER.

16. Турутина Е. Э. Применение информационных систем в сфере обеспечения безопасности дорожного движения // Вестник НЦБЖД. – 2018. – № 3 (37). – С. 106–113. EDN: UXAQFV.

Информация об авторах:

Евтюков Сергей Аркадьевич – доктор технических наук, профессор, директор Института безопасности дорожного движения Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета, Санкт-Петербург, Россия, s.a.evt@mail.ru.

Зейналов Фазил Назим оглы – кандидат юридических наук, доцент, начальник кафедры организации деятельности ГИБДД Орловского юридического института МВД Российской Федерации имени В. В. Лукьянова, Орел, Россия, fazil-z@yandex.ru.

Митрошин Дмитрий Викторович – начальник Федерального казенного учреждения «Научный центр безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации», Москва, Россия, dmitroshin@mvd.ru.

Новиков Александр Николаевич – доктор технических наук, профессор, директор Политехнического института имени Н. Н. Поликарпова, заведующий кафедрой сервиса и ремонта машин Орловского государственного университета имени И. С. Тургенева, Орел, Россия, povikovan58@bk.ru.

Шевцова Анастасия Геннадьевна – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры эксплуатации и организации движения автотранспорта, Белгородского государственного технологического университета имени В. Г. Шухова, Белгород, Россия, shevcova-anastasiya@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 15.11.2023, актуализирована 20.12.2023, одобрена после рецензирования 28.12.2023, принята к публикации 09.01.2024.

