

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. И.С. ТУРГЕНЕВА»

На правах рукописи



Кущенко Лилия Евгеньевна

**«НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО
ДВИЖЕНИЯ В ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЯХ»**

Специальность 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
доктора технических наук

Научный консультант:
доктор технических наук,
профессор
Новиков Александр Николаевич

Орел 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОЙ СИТУАЦИИ ПО БДД.....	14
1.1 Анализ состояния показателей безопасности дорожного движения.....	14
1.2 Методы анализа состояния БДД и прогнозирования ДТП.....	19
1.3 Существующие математические модели для оценки состояния БДД	28
1.3.1 Анализ нормативно-правовых документов, направленных на снижение аварийности в Российской Федерации	29
1.3.2 Анализ статистики ДТП.....	33
1.4 Анализ состояния дорожной ситуации и роль Белгородской городской агломерации в регионе.....	48
1.5 Классификация и анализ ДТП в Белгородской городской агломерации	55
1.6 Выводы по главе.....	61
ГЛАВА 2 ОЦЕНКА ДТС НА ОСНОВАНИИ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК ТП И ДТП.....	63
2.1 Основные критерии оценки УДС	63
2.2 Экспериментальные исследования интенсивности движения ТП в Белгородской городской агломерации.....	67
2.2.1 Исследование интенсивности движения ТП на въездных участках УДС в город Белгород	68
2.2.2 Исследование интенсивности движения ТП на УДС в городской агломерации.....	76
2.2.3 Определение коэффициента загрузки движением на исследуемой территории Белгородской городской агломерации	79
2.3 Анализ циклов интенсивности движения ТП при сезонных изменениях на въездных участках УДС в городскую агломерацию	88
2.4 Определение корреляционной связи между количеством ДТП и характерными диапазонами времени.....	95
2.5 Выводы по главе.....	105

ГЛАВА 3 ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТС И КОЛИЧЕСТВА ДТП ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И НЕЙРОНЕЧЕТКИХ СЕТЕЙ.....	107
3.1 Прогноз интенсивности движения ТС на основании статистической оценки изменения количества ТС в зависимости от времени года.....	107
3.2 Прогнозирование количества ДТП на основании двухпараметрического распределения Вейбулла, позволяющее оценить ДТС в городской агломерации	111
3.3 Прогнозирование количества ДТП на основании использования нейро-нечетких сетей.....	121
3.4 Построение математической модели, позволяющей осуществить оценку ДТС в городской агломерации.....	124
3.5 Выводы по главе.....	131
ГЛАВА 4 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ТП В ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ	132
4.1 Анализ существующих моделей управления ТП	132
4.2 Методология нечеткого моделирования применительно к техническим вопросам	134
4.3 Описание лингвистических переменных, характеризующих параметры движения ТП	136
4.4 Построение терм ФП и получение поверхности нечеткого вывода.....	137
4.5 Создание базы правил для построения модели управления скоростью движением ТП.....	143
4.6 Реализация системы нечеткого вывода в среде Matlab.....	144
4.7 Построение системы управления скоростью движения ТП (СУСДТП)	152
4.8 Выводы по главе.....	157
ГЛАВА 5 НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ БДД В ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ НА ОСНОВАНИИ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ	158
5.1 Применение теории нечетких множеств.....	158

5.2 Обоснование нечетких критериев для рационального соотношения регулируемых и нерегулируемых пересечений с применением ТСОДД в общей структуре транспортного узла.....	164
5.3 Определение выбора рационального варианта схемы пересечения УДС с учетом различных соотношений с одинаковой степенью важности критериев.	171
5.4 Определение выбора рационального варианта схемы пересечения УДС при различной степени важности критериев.....	181
5.5 Построение системы определения мероприятия, базирующегося на выборе рационального варианта при рассмотрении предложенных критериев оценки.	187
5.6 Выводы по главе.....	191
ГЛАВА 6 ОЦЕНКА И ОБОСНОВАННОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ, ПОВЫШАЮЩИХ БДД	192
6.1 Оценка ущерба от ДТП и обоснование эффективности мероприятий по БДД в местах концентрации ДТП в Белгородской городской агломерации	193
6.2 Экономическая и экологическая оценка разработанных моделей в Белгородской городской агломерации.....	202
6.3 Выводы по главе.....	209
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	211
СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	215
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	216
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	241
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	268
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	272
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	277
ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	287
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	289
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	294

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В Российской Федерации автомобильный транспорт является одной из основополагающих отраслей экономики и неотъемлемой частью производственной и социальной инфраструктуры, обеспечивающей развитие страны. Для многих стран задача по снижению количества жертв на автодорогах является одной из первостепенных. Во многих из них за последние десятилетия значительно повысился уровень безопасности дорожного движения (БДД). Однако дальнейшая работа по этой проблеме дается им нелегко. Сохраняются и значительные различия в уровнях дорожной безопасности, а в ряде стран за последние годы ситуация с безопасностью движения на дорогах даже ухудшилась. В соответствии с Распоряжением Правительства РФ от 27.11.2021 г. № 3363-р «Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года, с прогнозом на период до 2035 года» должно быть обеспечено снижение смертности на дорогах благодаря реализации комплекса мер, направленных на повышение БДД, прежде всего в городских агломерациях (Стратегия пространственного развития РФ на период до 2025 года (утв. распоряжением правительства РФ от 13.02.2019 г. № 207-р); Постановление РФ от 31.05.2019 г. № 696 государственная программа РФ «Комплексное развитие сельских территорий»).

Применяемые в настоящее время мероприятия, направленные на повышение БДД, не могут значительно повлиять на снижение аварийности, так как традиционные методы не приводят к удовлетворительным результатам, когда исходное описание подлежащей решению проблемы заведомо является неточным или неполным. Реальные человеческие рассуждения, опирающиеся на естественный язык, не могут быть описаны в рамках традиционных математических формализмов. Большая часть существующих методов для облегчения количественного исследования в рамках конкретных задач принятия решений базируется на крайне упрощенных моделях действительности и излишне

жестких ограничениях, что уменьшает ценность результатов исследований и часто приводит к неверным решениям. Одним из эффективных, но недостаточно изученных методов снижения аварийности в городских агломерациях, является метод, основанный на практическом применении абстрактного мышления человека, а именно, теории нечеткой логики и нечетких множеств. Нечеткие системы позволяют повысить качество продукции при уменьшении ресурса и энергозатрат, а также обеспечивают более высокую устойчивость к воздействию мешающих факторов. Нечеткая логика является эффективным средством при работе с неопределённостями и неточностями реального мира. Именно данная теория оказывается конструктивной, поскольку за последнее десятилетие на ее основе были решены сотни практических задач управления и принятия решений.

Анализ данной проблемы с научной точки зрения, несмотря на значительные научные результаты, позволил выявить существенный ряд недостатков не только в области БДД, но и в области организации дорожного движения (ОДД). В связи со сложившейся дорожно-транспортной ситуацией (ДТС) необходимо разрабатывать новые научно обоснованные технические, технологические решения, внедрение которых позволит внести значительный вклад в развитие страны.

Связь работы с научными программами.

Актуальность работы подтверждается ее выполнением в рамках грантов и хозтем: НИР № 10/13 от 16.04.2013 г.; РФФИ 14-41-08012; РФФИ 16-07-00594; НИР А-44/15, Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012-2016 гг.; «Разработка научно-методологических основ прогнозирования изменения характеристик транспортных потоков на основе имитационного моделирования с учетом анализа и планирования сложных региональных градостроительных систем», выполняемого при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Белгородской области в рамках научного проекта № 16-07-00593 (2014–2016 гг.); «Разработка научно-методологических основ автоматизированной системы динамического определения геометрических параметров автомобильных дорог на основании статистической обработки

навигационных параметров автотранспортных средств с учётом функции его распределения по ширине проезжей части», выполняемого при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-07-00594 (2016–2018 гг.), а также соответствием:

- Указу Президента РФ от 7.07.2011 г. № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ и перечня критических технологий РФ» в части соответствия п. 7. Транспортные системы;
- Указу Президента РФ от 1.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития РФ» в части противодействия техногенным угрозам;
- Распоряжению Правительства РФ от 31.12.2020 г. № 3684-р «Программа фундаментальных научных исследований в РФ на долгосрочный период (2021 - 2030 годы)» в части разработки научных основ создания автоматизированных систем управления.

Степень разработанности проблемы.

Научные основы обеспечения БДД и проблем ОДД, снижения смертности в результате ДТП, управления скоростью движения ТП, прогнозирования ДТС и практическим разработкам по повышению БДД в отечественных и зарубежных странах, заложены в трудах таких ученых, как И.Е. Агуреев, М.Б. Афанасьев, В.Ф. Бабков, В.Н. Басков, М.В. Власов, В.С. Волков, В.Н. Добромиров, Э.Р. Домке, С.В. Дорохин, Д. Дрю, С.А. Евтюков, С.В. Жанказиев, В.В. Зырянов, Г.И. Клинковштейн, В.Э. Клявин, П.А. Кравченко, Ю.А. Кременец, В.И. Коноплянко, В.А. Корчагин, А.Н. Новиков, И.А. Новиков, А.М. Плотников, В.В. Сильянов, А.В. Терентьев, Ю.В. Трофименко, А.Б. Чубуков, Ю.Д. Шелков, А.В. Шемякин, У. Бранольте, Р. Элвик, В. Хаддор, Р. Надер, М. Велин, П. Тилгрэн, К. Джетто, Г. Стигсон, Л. Эванс и других, результаты которых были учтены при выполнении диссертационной работы.

Цель работы – разработка научно-технологических основ снижения аварийности в городских агломерациях за счет применения математических моделей, базирующихся на теориях вероятностей, нечеткой логики и нечетких множеств.

Задачи исследования:

1. Оценить состояние безопасности дорожного движения с учетом дифференциации транспортных потоков на федеральных, региональных и муниципальных дорогах городской агломерации.

2. Разработать вероятностную модель изменения интенсивности движения транспортного потока для прогнозирования интенсивности движения транспортных средств.

3. Разработать математическую модель оценки дорожно-транспортной ситуации с учетом полученной вероятностной модели интенсивности движения транспортного потока и прогнозирования количества дорожно-транспортных происшествий.

4. Разработать математическую модель управления движением транспортного потока, основанную на базе правил нечеткой логики, позволяющих изменять скоростной режим.

5. Разработать систему управления скоростью движения транспортного потока (СУСДТП) для снижения вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий.

6. Разработать модель выбора рационального варианта схемы пересечения улично-дорожной сети на основе предложенных критериев поиска управленческого решения, базирующихся на теории нечетких множеств.

7. Осуществить экологическую и экономическую оценку предлагаемых мероприятий по повышению безопасности дорожного движения в городской агломерации.

Объект исследования – транспортные потоки городских агломераций.

Предмет исследования – дорожно-транспортная ситуация на улично-дорожной сети городских агломераций.

Рабочая гипотеза заключается в том, что повышение безопасности дорожного движения в городских агломерациях возможно за счет применения новых подходов организации дорожного движения, основанных на математических моделях, базирующихся на теориях вероятностей, нечеткой

логики и нечетких множеств, которые повышают точность результатов прогнозирования.

Научная новизна исследования:

1. Установлены зависимости между условиями движения и количеством дорожно-транспортных происшествий в городской агломерации с оценкой достоверности результатов в течение различных временных интервалов.

2. Получены новые эмпирические зависимости между интенсивностью движения и временем суток, учитывающие суточную и сезонную цикличности интенсивности движения транспортного потока в городской агломерации.

3. На основании теории вероятностей разработана математическая модель прогнозирования интенсивности движения транспортных средств с учетом суточной и сезонной цикличности.

4. Впервые на основе двухпараметрического распределения Вейбулла разработана математическая модель прогнозирования количества дорожно-транспортных происшествий, позволяющая оценить дорожно-транспортную ситуацию с учетом выявленных характерных часов суток возникновения аварийности на улично-дорожной сети.

5. Разработана модель адаптивных нейронечетких сетей для прогнозирования количества дорожно-транспортных происшествий с учетом присутствия неявных тенденций в динамике изменения аварийности на основании ретроспективного анализа.

6. Впервые разработана математическая модель управления движением транспортного потока городской агломерации на основе нечеткой логики, включающая входные лингвистические переменные: «интенсивность движения транспортного потока», «темп изменения количества ДТП», «коэффициент безопасности», а также выходную лингвистическую переменную «скорость движения транспортного потока».

7. На основании разработанных математических моделей прогнозирования аварийности, вероятностной модели изменения интенсивности движения транспортных средств и управления движением транспортного потока создана

система управления скоростью движения транспортного потока, позволяющая повысить безопасность дорожного движения в местах концентрации дорожно-транспортных происшествий.

8. Впервые обоснованы критерии и разработана математическая модель выбора управленческого решения, обеспечивающего повышение безопасности дорожного движения и улучшения экологической ситуации на основе применения теории нечетких множеств.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке и обосновании оценки ДТС посредством прогнозирования интенсивности движения ТС и количества ДТП, что является основой повышения БДД в городской агломерации. Предлагаемая статистическая оценка ДТС включает в себя совокупность методов и математических моделей, схем и условий, технических решений, отражающих объективные закономерности в области БДД и ОДД с использованием ранее не применяемых в данной сфере подходов для решения актуальной проблемы.

Практическая значимость работы заключается в прикладном характере результатов исследований, применяемых органами исполнительной власти и федеральными структурами на уровне субъекта и подтвержденных актами внедрения, которые выданы Министерством автомобильных дорог и транспорта Белгородской области, УГИБДД УМВД России по Белгородской области, ОГИБДД ОМВД России по Борисовскому району, ЦОДД МБУ «УБГБ» администрации города Белгорода, ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова».

Методология и методы исследования.

Диссертационная работа основана на статистическом анализе ДТС, современных научных отечественных и зарубежных трудах ведущих ученых в области ОДД и БДД. Используются следующие методы исследований: статистический анализ; математическая статистика и теория вероятностей; прогнозирование; ретроспективный анализ; теория нечетких множеств; нечеткая

логика; математическое моделирование; математическое программирование; эксперимент.

Положения, выносимые на защиту:

1. Зависимости между условиями движения и количеством дорожно-транспортных происшествий в городской агломерации.

2. Эмпирические зависимости между интенсивностью движения и временем суток для осуществления прогнозирования интенсивности движения транспортных средств.

3. Математическая модель прогнозирования количества дорожно-транспортных происшествий на основе двухпараметрического закона распределения Вейбулла.

4. Математическая модель управления скоростью движения транспортного потока на базе нечеткой логики.

5. Система управления скоростью движения транспортного потока, повышающая безопасность дорожного движения в местах концентрации дорожно-транспортных происшествий, повышенной аварийности и в «узких» местах в городских агломерациях.

6. Математическая модель выбора управленческого решения для организации рациональной схемы пересечения на основе нечетких множеств, позволяющего повысить безопасность дорожного движения и улучшить экологическую ситуацию.

7. Экологическая и экономическая оценка разработанных научных положений на примере Белгородской городской агломерации.

Степень достоверности и апробация результатов. Основные положения и результаты исследования доложены, обсуждены и одобрены на Международных научно-практических конференциях и форумах с 2016 г. по н.в.: всероссийской научно-практической конференции «Организация и безопасность дорожного движения» (Тюмень, 2016-2022 гг.); «Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок и безопасности движения» (Саратов, 2016-2023 гг.); «Информационные технологии и инновации на транспорте» (Орёл, 2016-2023 гг.),

«Современные автомобильные материалы и технологии» (Курск, 2018-2023 гг.), «Инфокоммуникационные и интеллектуальные технологии на транспорте» (Липецк, 2022 г.), «Process Management and Scientific Developments» (Великобритания, 2020 г.), «Транспортные и транспортно-технологические системы» (Тюмень, 2020-2023 гг.), «Анализ проблем и поиск решений повышения результативности современных научных исследований» (Оренбург, 2020 г.), «Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики» (Самара-Оренбург-Нижний Новгород, 2021 г.), «Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии» (Рязань, 2021 г.), «Управление деятельностью по обеспечению безопасности дорожного движения: состояние, проблемы, пути совершенствования» (Орёл, 2023 г.) а также на ежегодных семинарах кафедры эксплуатации и организации движения автотранспорта (Белгород, 2016-2023 гг.).

Информационная база исследования.

Законодательные и нормативные правовые акты, федеральные и региональные целевые программы развития транспортных систем, Стратегия безопасности дорожного движения, материалы федеральных и региональных органов власти, управлений и ведомств, статистические данные.

Личный вклад автора. Автором сформулированы цели и задачи работы, выбраны основные направления теоретических и экспериментальных исследований, предложены концептуальные положения, разработана методология их формирования и реализации, совокупность методик, отображающих научно-технологические основы повышения безопасности дорожного движения в городских агломерациях.

Соответствие диссертационной работы паспорту специальности.

Выполненные исследования отвечают формуле паспорта научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта: пункт 3. Исследование закономерностей, разработка моделей, алгоритмов и специального программного обеспечения в решении задач проектирования, организации, планирования, управления и анализа транспортного процесса, пункт 6.

Обеспечение экологической и дорожной безопасности автотранспортного комплекса; совершенствование методов автодорожной и экологической экспертизы, методов экологического мониторинга автотранспортных потоков, пункт 9. Исследования в области безопасности движения с учетом технического состояния автомобиля, дорожной сети, организации движения автомобилей, качеств водителей; проведение дорожно-транспортной экспертизы, разработка мероприятий по снижению аварийности.

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в научных трудах: 53 статьях, в том числе 17 в изданиях из перечня рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций, 14 в изданиях, включенных в зарубежную аналитическую базу данных Web of Science и Scopus. Результатом проведения исследований являются опубликованные научные работы: 4 монографии, 2 патента на полезную модель, 6 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ.

Структура и объем работы. Диссертация включает в себя введение, шесть глав, заключение, библиографический список из 240 источников, семь приложений. Диссертация изложена на 301 странице, включает 33 таблицы, 93 рисунка.

ГЛАВА 1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОЙ СИТУАЦИИ ПО БДД

1.1 Анализ состояния показателей безопасности дорожного движения

В Российской Федерации (РФ) аварийность на дорогах относится к главной социально-экономической проблеме, возникающей по ряду причин: число погибших и раненых в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) остается высоким. По данным Государственной инспекции безопасности дорожного движения (ГИБДД), в России за 2022 г. совершено 126 705 ДТП, в результате которых погибло 14 172 человек, а ранено 159 635 человек. Данные показатели значительно выше, чем в других развитых странах, в связи с этим возникают серьезные экономические потери. Размер материального ущерба и выплат пострадавшим и их семьям может составлять значительную часть бюджета государства и общественных фондов; ДТП негативно влияют на экономику и развитие страны. Постоянные заторы и задержки на дорогах могут приводить к увеличению времени на доставку товаров и услуг, что в свою очередь ведет к снижению производительности и конкурентоспособности страны.

Сравнительно низким можно считать уровень безопасности на дорогах России относительно мировых показателей. Генеральная Ассамблея ООН объявила 2011–2020 гг. «Десятилетием действий по обеспечению безопасности дорожного движения» и призвала к снижению смертности от ДТП к 2020 г. Европейский региональный комитет Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) также включил обеспечение безопасности дорожного движения (БДД) в число приоритетных направлений своей политики. Опыт других стран показывает, что принятие национальных специализированных стратегий помогает улучшить состояние безопасности на дорогах.

В соответствии с докладом ВОЗ [2], в Европейский регион включены 53 страны, в том числе Беларусь, Казахстан, Россия и другие. В данном регионе очень низкие значения по дорожно-транспортной смертности относительно всего

мира. Однако существенные отличия присутствуют между странами. На рисунке 1 отображен уровень смертности в ДТП в различных странах мира с 2016 по 2022 гг. Данный показатель в России равен 10,8.

ЕС находится в авангарде инициатив по обеспечению БДД, и его политика и правила в значительной степени способствовали сокращению числа ДТП и смертельных случаев. Стратегия БДД ЕС направлена на сокращение смертности на дорогах на 50% к 2030 г. и достижение нулевого уровня смертности к 2050 г. Для реализации этих задач ЕС принял ряд мер, в том числе ужесточение правил дорожного движения для транспортных средств, обязательное использование ремней безопасности и детских удерживающих устройств, а также улучшение дорожной инфраструктуры.

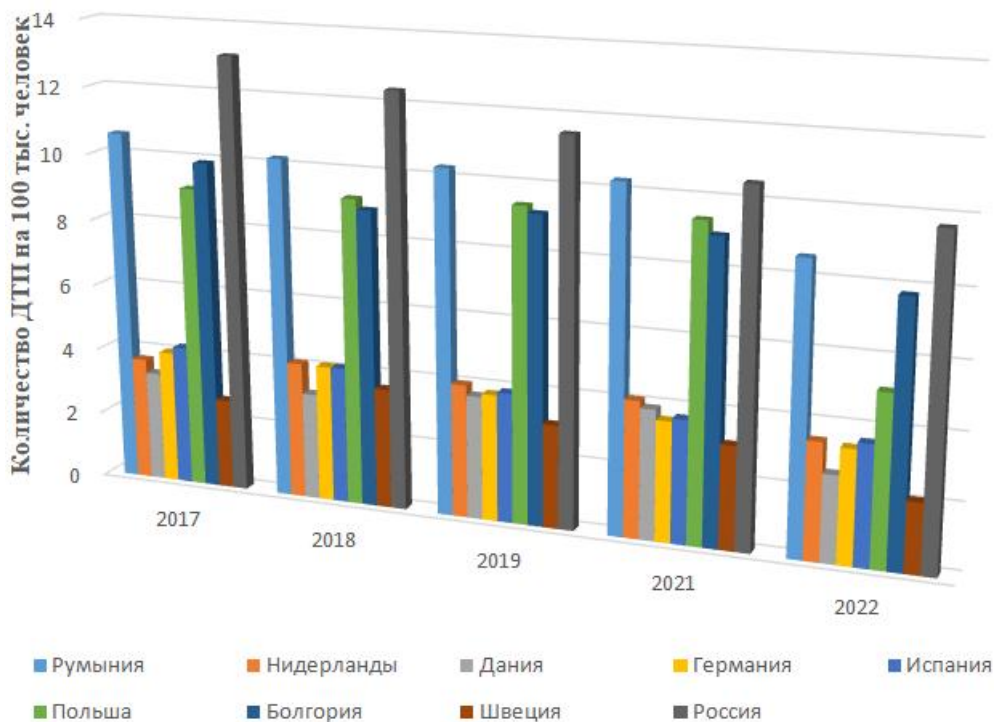


Рисунок 1 – Уровень смертности в ДТП в странах мира за 2017–2022 гг.

Во множестве стран, входящих в ЕС, существуют национальные стратегии, повышающие уровень БДД, осуществляя при этом регулярный мониторинг и целевые ориентиры. European Union Directive 2008/96/EC on Road Infrastructure Safety Management (Директива Европейского парламента и Совета Европейского

союза 2008/96/ЕС от 19 ноября 2008 г. об управлении безопасностью автодорог (далее – Директива)) относится к основополагающей системе национальных стратегий стран ЕС. В Директиву входят основные функции, которые отражают следующие моменты: оценки влияния на БДД (RIA), порядок балльно-рейтинговой системы безопасности дорожной сети (NSR), контроль БДД (RSA), отрезки автомобильных дорог с повышенным уровнем риска (HRS) и срока эксплуатации по БДД (RSI).

Общий подход при управлении безопасностью дорожного движения [2] определяет Директива. На практике управление БДД требует национальных принципов, принятых государствами (членами ЕС). Более подробную информацию о концепциях, направленных на повышение уровня БДД, можно найти в: Vision Zero, предложенную впервые правительством Швеции, которая заняла лидирующую позицию в решении вопросов повышения БДД [3].

Проанализируем стратегии, представленные выше. Швеция стала первой страной, которая внедрила стратегию Vision Zero в 1997 г., основанную на двух принципах [3]:

- 1) ошибки, допущенные человеком, присутствуют, что говорит о наличии человеческого фактора;
- 2) имеется наивысшая точка, не позволяющая выжить и восстановиться после полученных травм в ДТП.

Предложенная специалистами в области БДД программа базируется на принципе, что ДТП можно предотвратить, а также можно создать условия для безопасной дорожной инфраструктуры, внушить человеческому мозгу о повышении БДД и внедрить новейшие технологии. Все мероприятия, входящие в предложенную стратегию, классифицированы на группы по локации местонахождения: введение ограниченного скоростного режима (городские условия 30-50 км/ч), светофорные объекты заменены на кольцевые развязки, загородные трассы переформатированы под схему «2+1» [5]. Множество стран мира приняли данную стратегию и перенесли на свой опыт, а именно страны Европы (Норвегия, Швейцария, Исландия и Польша) [6].

В Голландии на протяжении двух десятков лет работает стратегия Sustainable Safety (Duurzaam Veilig), в основе которой заложены несколько принципов. К таковым принципам относятся: монофункциональность дорог (магистральные дороги, подъезды и дороги в жилых кварталах), однородность скорости и направлений движения, создание предсказуемой дорожной среды и создание «прощающих дорог», что позволило разделить дороги на три типа и применять к каждому типу свои мероприятия.

Одной из успешных стратегий, применяемых в Нидерландах, является создание отдельных велосипедных дорожек и пешеходных зон. Это способствует разделению потоков транспорта и снижению риска столкновений между пешеходами, велосипедистами и автомобилями. Реализованная Стратегия позволила достигнуть экономической эффективности в 4 раза выше в отношении других стран.

Австралийская стратегия Safe Systems основана на концепции Vision Zero и Sustainable Safety. При реализации данной стратегии особое внимание уделяется имеющимся тонкостям в регионе [4].

Адаптация HSM разработана американской ассоциацией чиновников по автомобильным дорогам и транспорту (The American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO), позволяющая повысить эффективность функционирования рекомендаций по управлению БДД. Разработанные рекомендации могут повысить уровень БДД и в России, применяя концепции для оценки прогнозирования, рисков и управлением рисками на дорогах.

Правительство России поставило перед собой амбициозную цель сократить к 2030 г. количество смертей в результате ДТП на 50%. Для достижения этой цели правительство РФ приняло ряд мер, в том числе ужесточение наказаний за нарушение ПДД, обязательную установку электронных ограничителей скорости на транспортных средствах и использование передовых систем помощи водителю (ADAS) в новых автомобилях.

Еще одной важной задачей российской стратегии обеспечения БДД является улучшение дорожной инфраструктуры. Правительство вкладывает

значительные средства в строительство новых автомагистралей, улучшение существующих и модернизацию систем управления дорожным движением. Кроме того, правительство РФ запустило несколько информационных кампаний, направленных на информирование водителей и пешеходов о важности БДД.

В РФ также создан Центр мониторинга безопасности дорожного движения (ЦМБДД) для надзора за политикой БДД и отслеживания прогресса в достижении поставленных целей. RSMT собирает данные о ДТП и смертельных случаях, анализирует данные и дает рекомендации по изменению и улучшению политики.

Таким образом, анализируя и сравнивая подходы к обеспечению БДД в России и странах ЕС, можно выделить следующие схожие моменты:

1) приоритет безопасности: как в России, так и в ЕС обеспечение безопасности на дорогах является приоритетной задачей. Обе стороны признают, что высокий уровень дорожной безопасности является важным фактором для устойчивого развития экономики и благополучия населения;

2) развитие инфраструктуры: в России и в ЕС ведется работа по модернизации дорожной инфраструктуры, в том числе по улучшению качества дорог, повышению уровня безопасности на перекрестках и обустройству пешеходных зон;

3) обучение и повышение осведомленности: как в России, так и в ЕС ведется работа по повышению осведомленности водителей и пешеходов о ПДД, а также по проведению обучения вождению;

4) применение технологий: и Россия, и ЕС используют технологические решения для повышения безопасности дорожного движения, например системы контроля скорости, системы предупреждения о наезде на пешеходов и т.д.;

5) регулирование: как в России, так и в ЕС существует ряд законов и правил, которые регулируют дорожное движение и устанавливают ответственность за нарушения правил. Обе стороны также активно работают над усовершенствованием законодательства в области дорожной безопасности [3].

БДД является важнейшим аспектом общей стратегии любой страны, и РФ не является исключением. Для достижения поставленных целей предстоит пройти

долгий путь, чтобы развить сильную культуру БДД и улучшить дорожную инфраструктуру. Сравнивая цели и задачи РФ в области БДД с целями и задачами ЕС, можно увидеть области, в которых РФ может перенять опыт и передовую практику ЕС для дальнейшего повышения БДД.

Таким образом, оценив уровень БДД, можно снизить аварийность с помощью мероприятий, одним из которых является прогнозирование интенсивности движения транспортного потока и количества ДТП. Также при анализе научной литературы были выявлены модели, с помощью которых можно осуществить оценку уровня БДД.

1.2 Методы анализа состояния БДД и прогнозирования ДТП

Для осуществления комплексной оценки ДТС в городской агломерации необходимо детально изучить характеристики ТП с помощью документального изучения и натурных обследований, согласно концепции «нулевая смертность» применять системный подход, способствующий повышению БДД. Несмотря на то, что в РФ регулярно в последнее время уделяют особое внимание безопасности движения, что подтверждает национальный проект «Безопасные и качественные дороги», при этом все равно уровень БДД остается существенно низким по сравнению с другими странами (Германия, Швеция, Польша и другие).

Возникновение ДТП происходит из-за множества различных причин. В зависимости от рельефа местности, категории дорог, характеристик транспортного потока, имеющихся центров притяжения, погодных условий и других факторов определяются места концентрации ДТП. Участки дорог, где относительные показатели аварийности за определенный временной интервал выше установленного критического уровня, принято называть участками концентрации ДТП – местами концентрации ДТП [9].

Участки УДС с местами концентрации ДТП разделяют по следующим признакам: в зависимости от длины и плотности исследуемого участка, коэффициента относительной аварийности, сезона, времени суток [9].

Сегодня во многих литературных источниках местом концентрации ДТП является «...участок дороги, улицы, не превышающий 1000 метров вне населенного пункта или 200 метров в населенном пункте, либо пересечение дорог, улиц, где в течение отчетного года произошло три и более ДТП одного вида или пять и более ДТП независимо от их вида, в результате которых погибли или были ранены люди» [10-14].

На основании метода «скользящего окна», базирующегося на топографическом анализе, способствующем определению наиболее аварийных участков дорожной сети, определяются места концентрации ДТП, в соответствии с ОДМ 218.6.027-2017 [11].

Согласно Методическим рекомендациям по назначению мероприятий для повышения БДД на участках УДС определяют места концентрации ДТП [11], которые выявляют на основе метода последовательных приближений, используя информацию о местоположении ДТП и сведений о среднегодовой суточной интенсивности движения [10, 11].

Существуют три вида мест концентрации ДТП: прогрессирующие (есть значительный рост количества ДТП по сравнению с предыдущими наблюдениями; стабильные (имеется регулярное значение по количеству ДТП); регрессирующие (наблюдается снижение количества ДТП). Схема имеющихся типов мест концентрации ДТП представлена ниже (рисунок 2).

Места концентрации ДТП подразделяют по степени опасности на: малоопасные, опасные и очень опасные [15-17]. В ФЦП при ее разработке «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах» [18] были учтены места концентрации ДТП прогрессирующего, стабильного и очень опасного характера.

Зная и определяя заблаговременно участки, где существует вероятность возникновения ДТП, можно вовремя реализовывать подходящие мероприятия или правильно планировать схему УДС, что приведет к положительному экономическому эффекту [19].

Реконструкция участков УДС с местами концентрации ДТП позволяет значительно снизить аварийность, при этом капиталовложения окупятся за кратчайший срок за счет снижения числа ДТП, погибших и раненных.

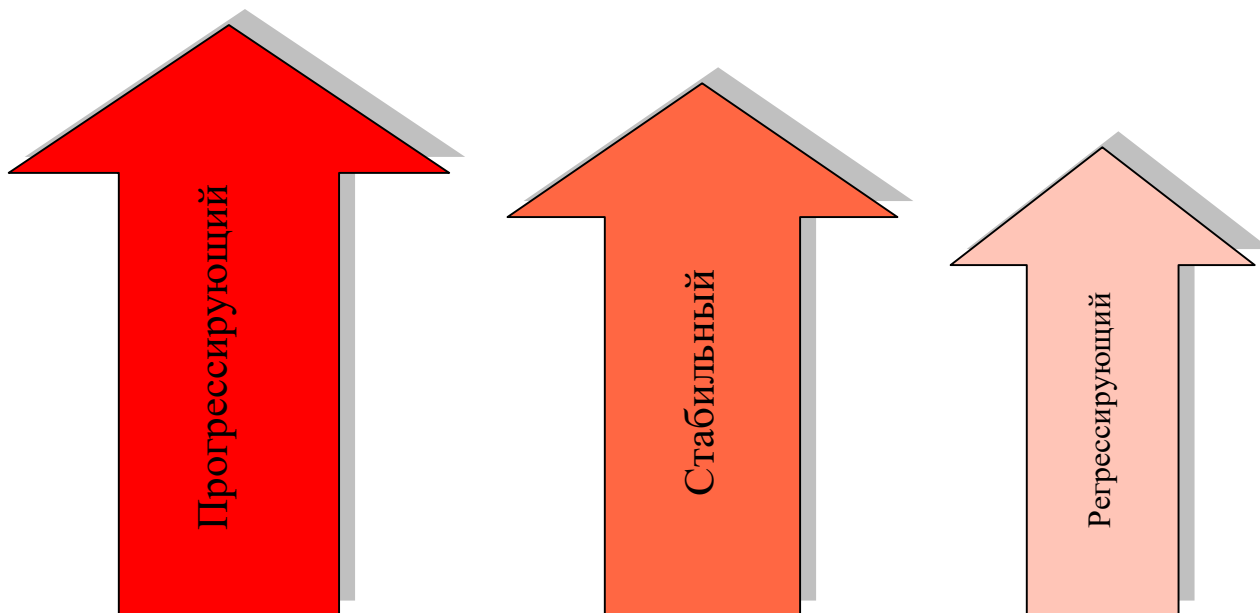


Рисунок 2 – Существующие виды мест концентрации ДТП при прогнозировании аварийности

Неразвитая в полной мере система по повышению уровня БДД приводит к социально-экономическим проблемам в стране, помимо имеющихся проблем в области здравоохранения. Ключевым способом является прогнозирование ДТП, позволяющее заблаговременно прибегнуть к организационным и техническим мероприятиям, позволяющим снизить вероятность возникновения ДТП [20].

Во многих развитых странах имеется необходимость в регулярном проведении мероприятий, позволяющих минимизировать вероятность возникновения ДТП и уровень смертности в результате случившихся событий.

Во многих странах до сих пор имеется необходимость в развитии и проработке прикладных и фундаментальных исследований, в основе которых заложены мероприятия, позволяющие повышать уровень БДД, в концепции с регулярно внедряемыми методами и способами, направленными на снижение смертности на дорогах [23-26].

Значительное количество отечественных ученых уделяют особое внимание вопросам БДД, среди них: Амбарцумян В.А. [43, 44], Бабков В. Ф. [27], Блинкин М.Я. [53], Васильев А.П. [47], Дингес Э.В. [40-42], Евтюков С.С., Капитанов В.Т. [38, 39], Клинковштейн Г.И. [46], Коноплянко В.И. [45], Кравченко П.А. [50-52], Куракина Е.В. [7], Новиков А.Н. [48, 49], Новиков И.А. [16], Пугачев И.Н. [32, 33], Сильянов В.В. [28-31], Чванов В.В. [34-37], Шевцова А.Г. [8] и др., а также зарубежных ученых, таких как: Бенер А. [60], Капский Д.В. [54-56], Кернер Б. [61], Паркер М. [62, 63-75], Элвик Р. [57, 58], Эванс Л. [59] и др. занимающихся по сегодняшний день вопросами повышения БДД, позволяют еще раз убедиться, что существующая проблема безопасности движения во всем мире является первостепенной и неотъемлемой частью социально-экономического развития любой страны.

Огромной популярностью пользуются статистические модели, с помощью которых проводится сравнительный анализ данных о фактическом количестве ДТП, показателях относительной аварийности. Такие модели позволяют осуществить сравнение различных стран мира [76-78].

Первостепенный вопрос системного подхода в области БДД в соответствии с концепцией «нулевая смертность» в результате ДТП говорит о необходимости обеспечения безопасности условий для движения транспортного потока. Национальный проект «Безопасные качественные автомобильные дороги» (БКАД) [80] реализуется в России с 2018 г. и по настоящее время с целью улучшения качественных показателей дорожной инфраструктуры. Национальный проект поспособствовал снижению уровня аварийности, но достичь наилучших результатов не позволил. В связи с этим имеется необходимость в изучении и анализе дорожно-транспортной ситуации в городских агломерациях.

Недостаточность эффективных методов прогнозирования ДТС и ее оценки не позволяет стремительными темпами повысить БДД в необходимой мере [79].

На сегодняшний день авторами научных работ [22, 27, 81-93] предложено огромное количество различных методов, которые позволяют осуществить оценку уровня БДД для принятия практических решений с целью улучшения

качества ОДД. Одними из часто используемых методов в области БДД являются следующие:

1. Метод итогового коэффициента аварийности [27, 85]:

$$K_{ит} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot \dots \cdot K_n, \quad (1)$$

где $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$ – частные коэффициенты аварийности, которые определяются в результате проведения статистического анализа данных о ДТП, а также характеризуют различные параметры дорог.

2. Метод коэффициентов безопасности [17, 27], разработанный Бабковым В.Ф. В основе данного метода заложены скорости движения транспортного потока [27]:

$$K_б = V_{уч} / V_{вх}, \quad (2)$$

где $V_{уч}$ – максимальная скорость движения на исследуемом участке УДС; $V_{вх}$ – скорость на въезде на исследуемый участок УДС.

Исследования и математические расчеты позволили классифицировать участки УДС на следующие типы дорожной сети (таблица 1):

Таблица 1 – Значения коэффициента безопасности при имеющейся классификации участков УДС

Тип участка УДС	$K_б$
Безопасный	>0,8
Малоопасный	0,6-0,8
Опасный	0,4-0,6
Очень опасный	<0,4

Недостатком метода коэффициентов безопасности является то, что данный коэффициент учитывает движения одиночного автомобиля, что характерно для условий движения на дорогах с малой интенсивностью или часов спада движения

на более загруженных дорогах. Это не препятствует его использованию для дорог всех типов, поскольку при высокой интенсивности движения обгоны практически исключаются, а расчет на одиночный автомобиль направлен в сторону запаса безопасности движения.

3. Методы прогнозирования аварийности.

Оценить качество ДД можно путем прогнозирования аварийности. Надежное и точное прогнозирование дает возможность оптимизировать управление ДД, тем самым снизить вероятность возникновения ДТП [55]. К сожалению, имеющиеся методы прогнозирования при сегодняшней ДТС не дают возможности в полной мере решать практические задачи по оптимизации решений на стадии разработки или проектирования [94];

- статистические методы работают на основании взаимодействия накопленных данных о различных мероприятиях на количество ДТП, осуществляют прогноз на основании статистических данных за прошедший временной интервал. Применяется для осуществления оценки эффективности мероприятий, внедряемых на объекты УДС;

- методы конфликтных ситуаций. Позволяют стремительно выявить недостатки в имеющейся схеме УДС, из-за которых возникают ДТП, для того, чтобы быстро скорректировать или изменить схему ОДД;

- визуальный метод конфликтных ситуаций позволяет осуществлять контроль между транспортным и пешеходным потоками для определения конфликтных ситуаций;

- в основе параметрического метода заложена определенная степень тяжести конфликтной ситуации и зависит от критических замедлений;

- имитационный метод конфликтных ситуаций базируется на математическом моделировании конфликта транспорт-пешеход;

- метод потенциальной опасности дает возможность прогнозировать аварийность по совокупности факторов, в основном при проектировании дорог.

Метод линейных графиков, предложенный Бабковым В.Ф., позволяет осуществлять прогноз аварийности на загородных дорогах [27, 46, 95].

Врубель Ю.А. предложил использовать метод зон дилеммы для прогнозирования столкновений при ударе сзади. Вероятность возникновения ДТП будет зависеть от размеров зоны дилеммы.

Г. Раппопорт впервые предложил метод конфликтных точек, в основании которого лежит подсчет потенциальной опасности в каждой конфликтной точке [96]. Данный метод применяется для прогнозирования ДТП на объектах УДС с повышенной конфликтностью.

$$M = n_o + 3n_c + 5n_{п}, \quad (3)$$

где n_o , n_c , $n_{п}$ – количество точек отклонения, слияния и пересечения.

Ю.А. Врубель ввел в метод конфликтных зон факторы, отличающиеся от метода Раппорта Г. тем, что объединил группы взаимосвязанных конфликтных точек. Это позволило принципиально изменить прогнозирование и осуществить качественную и количественную оценку прогнозируемых ДТП.

- экспертные методы заключаются на опыте высококвалифицированных специалистов по прогнозированию [97]. Стоит отметить, что прогнозирование ДТП экспертами является сложным и приблизительным.

Подводя итоги по рассмотренным методам прогнозирования можно сказать, что перспективным методом для прогнозирования аварийности является метод потенциальной опасности (метод конфликтных зон). Достоинством данного метода является то, что прогноз осуществляется не только по количеству ДТП, но и их тяжести последствий. В свою очередь к недостаткам данного метода можно отнести большой временной интервал для сбора и учета факторов, которых автор указал более ста.

Также в настоящее время при прогнозировании ДТП применяют статистические методы, основанные на статистических данных о ДТП [98, 99]. Самыми распространенными методами являются:

1. метод экстраполяции - самый простой метод с линейным сглаживанием. Используется при прогнозе на кратчайший срок, причем модель тренда за данный период не изменяется [100].

2. метод прогнозирования, учитывающий сезонную аварийность на УДС. Этот метод основан на гипотезе о том, что количество ДТП зависит от времени года и имеет повторяемость за различные сезоны года. Достоинством данного метода прогнозирования является то, что он отлично подходит с целью осуществления сравнения аварий за различные времена года, а также дает оценку роста количества аварий. К недостаткам в свою очередь можно отнести то, что данный метод не может использоваться для точного количественного прогноза числа аварий на УДС.

3. метод моделирования повторяемости аварий при осуществлении прогнозирования ДТП включает расчет функции риска, представленной ниже:

$$H(\tau) = 1 - P_0(\tau) = 1 - \exp\left(-\frac{\tau - \tau_{\text{чс}}}{\tau_c}\right), \quad (4)$$

где τ – время ожидания аварии; $\tau_{\text{чс}}$ – продолжительность аварии; τ_c – средняя продолжительность интервала между смежными авариями.

Согласно ОДМ 218.6.025-2017 [10] снижение аварийности на АД прогнозируется на основании эффективности планируемых мероприятий. В документе рекомендуется в качестве показателя ожидаемого изменения аварийности – средняя вероятность снижения количества ДТП.

Метод прогнозирования дорожно-транспортной аварийности позволяет оценивать такие показатели, как «количество ДТП с пострадавшими» и «число погибших в ДТП» [101].

В научных трудах [16, 83] предложена математическая модель прогнозирования ДТП, основанная на привязке места совершения ДТП к пространственным координатам:

$$P(D | X_1, X_2, \dots, X_k) = \sum_{k=1}^k a_k X_k, \quad (5)$$

где P – оценка, позволяющая определить условия, при вероятности возникновения ДТП на отрезке дорожной сети типа D . На данную оценку оказывают влияние K условия – составляющих X_k ; a_k – составляющие коэффициенты X_k .

В результате обработки статистических данных ДТП главными показателями являются количество ДТП, произошедших за определенный временной промежуток с учетом заданных условий [102].

Метод потенциальной опасности предназначен для прогнозирования аварийности по группе факторов. На реальном или предполагаемом месте совершения ДТП можно измерить данные факторы, что поспособствует оптимизации при ОДД согласно критерию безопасности.

Рядом авторов были предложены или уточнены модели методов. Так, Шевяковым А.П. была разработана система коэффициентов для автомагистралей, Нечаевым А.Н. – система учета ровности дорожных одежд, в научных трудах Дивочкина О.А, Почикеева Б.А. рассматривается возможность введения коэффициентов тяжести к частным коэффициентам аварийности, Васильев А.П. предложил метод учета влияния на БДД сезонных факторов [15, 27, 103-105].

Таким образом, недостатком применения всех вышеперечисленных методов является существенная погрешность, а следовательно, эти методы не могут применяться при прогнозировании аварийности и решения данного вопроса. Следующим недостатком является то, что низкая точность определена малым количеством факторов. Поэтому для увеличения качества прогнозирования ДТП необходимо разработать такой метод, который будет учитывать такие факторы, как условия движения, интенсивность вероятности возникновения ДТП, характерные диапазоны времени, при которых чаще всего возникают происшествия и другие.

Рассмотренные методики позволяют оценить исследуемый участок УДС, определяя его аварийность. Этого недостаточно для осуществления комплексной оценки ДТС с точки зрения БДД. В связи с этим необходимо разработать модель на основании статистической оценки ДТС, которая позволит оценить сложившуюся ситуацию в местах, требующих повышения БДД.

1.3 Существующие математические модели для оценки состояния БДД

Наибольшей известностью пользуются ниже представленные модели. Профессором Р. Смидом была установлена отрицательная зависимость между показателями уровня автомобилизации и транспортными рисками, которую он получил по проведенным исследованиям в 20 странах. Убеждение Смиды заключалось в том, что число погибших людей при дорожной аварии обязано стремиться к минимальному значению, в то время как количество ТС на душу населения стремилось к увеличению:

$$\frac{F}{V} = \alpha(V/P)^{-\beta} \quad (6)$$

где F – число погибших людей в дорожной аварии; V – количество ТС, имеющих регистрацию в рассматриваемой стране; P – количество жителей; $\alpha = 0,003$; $\beta = 2,3$.

«Закон Смиды» в своих исследованиях подтвердили такие ученые как: Jacobs G, Hutchinson P. [76], Mekky A. [77], начиная с 1973 года. Модель Смиды базировалась на уровне показателя автомобилизации, в связи с этим Broughton J. [78], Andreassen D.C. [79], Adams J. [98] раскритиковали данный закон и утверждали, что для повышения БДД недостаточно использование только значений автомобилизации. Ни один ученый так и не смог опровергнуть модель Смиды, а вот внести корректировки и дополнения позволило лишь утвердить его универсальность.

Ученый Naight F. [99] исследовал вопрос БДД в развивающихся странах. В своей модели он показал, что общее количество погибших возрастает с учетом времени, число погибших на единицу пробега снижается, а смертность на 100 тысяч жителей стабильна или немного идет к уменьшению.

А вот о повышении БДД в развитых странах на базе трех кривых, а именно, кривая автомобилизации и кривая транспортных рисков, существует возможность построения кривой количества погибших в ДТП, результаты которой подтверждены исследованиями ученых Koornstra M. J. и Orpe S. [106].

Timo E. [125] представил свою модель в виде двух кривых, одной из которых является общее количество погибших людей в ДТП, другая показывает

пробег ТС, фиксируемый в километрах. Исходя из представленных результатов первой кривой можно сказать, что при росте уровня автомобилизации происходит увеличение погибших, затем ситуация становится стабильной с малыми колебаниями.

Немало важным критерием для повышения уровня БДД является одна из характеристик ТП – скорость движения. С точки зрения безопасности большим плюсом стала оценка скорости движения в ТП. Такие ученые, как Евтюков С.С., Добромиров В.Н. установили, что практически 1/6 часть участников дорожного движения, управляя ТС, превышает скорость движения ТП. Около 1/2 части водителей едут со скоростью ниже, чем движется ТП, что не приводит к оптимальным условиям для повышения уровня БДД [52]. Вот, например, изучив ПДД в различных странах мира допустимые скорости движения находятся в диапазонах: для населенных пунктов от 48-60 км/ч; вне населенных пунктов от 80 до 100 км/ч; на автомагистралях этот промежуток варьируется от 110 и до без ограничения в такой стране как Германия [126, 182].

В работах Новикова И.А., Шевцовой А.Г. рассмотрены модели вероятности возникновения ДТП как поток случайных событий без учета того, что в результате может возникнуть случайный процесс с, сопутствующими причинами возникновения ДТП [Новиков, Шевцова].

Таким образом, практически все методы построены на детерминированных аналитических выражениях и не позволяют учесть все причины и факторы, оказывающие влияние на совершение ДТП. Этого недостатка лишен математический аппарат нечеткой логики и нечетких множеств.

1.3.1 Анализ нормативно-правовых документов, направленных на снижение аварийности в Российской Федерации

Сегодня во всем мире особое внимание уделяется вопросу повышения БДД. Многие страны мира, в том числе и РФ постоянно разрабатывают целевые программы, транспортные стратегии, национальные проекты, направленные на

снижение аварийности и позволяющие увидеть положительные результаты с точки зрения БДД.

В Российской Федерации действуют целевые нормативно-правовые документы (ЦНПД) с перспективным снижением аварийности и достижением «нулевой смертности» на АД:

– ФЗ № 196 от 10.12.1995 г. «О безопасности дорожного движения» («Приоритет жизни и здоровья граждан, участвующих в дорожном движении, приоритет ответственности государства за ОБДД, программно-целевой подход к деятельности по ОБДД» (ст.3)) [111];

– ФЦП «Повышение безопасности дорожного движения в 2013-2020 годах» («Сокращение погибших в результате ДТП на 27%») [112];

– «Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы» («На 2024 год показатель социального риска должен составлять не более 4 погибших на 100 тыс. населения». «...стремление к нулевой смертности в дорожно-транспортных происшествиях к 2030 году») [113];

– Национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги» 2018–2024 годы» («...достижение к 2024 году целевого показателя сокращения смертности в результате ДТП в 3,5 раза по сравнению с 2017 годом – до уровня, не превышающего 4 человек на 100 тыс. населения (к 2030 году – стремление к нулевому уровню смертности») [114];

– «Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года» («...снижение аварийности, рисков и угроз безопасности по видам транспорта») [110];

– «Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года» («...снижение показателей смертности и дорожного травматизма в ходе совершения ДТП в связи с улучшением качества дорожного покрытия и технических средств организации дорожного движения, дисциплинированности водителей, совершенствования качества организации дорожного движения, оперативности и эффективности функционирования работников медицинских служб при оказании медицинской помощи при совершении аварий и всех ее уровней») [115].

Развитие экономики любой страны зависит от функционирования транспортной сферы. Мировые страны представляют свою конкурентоспособность в зависимости от уровня развития транспорта и путей передвижения. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года [110] стала звеном в развитии экономического потенциала страны.

К 2030 г. согласно концепции, «нулевая смертность» на дорогах РФ снижение смертности должно соответствовать уровню до 4 человек на 100 тыс. населения при сохраняющейся тенденции повышения уровня БДД.

В рамках Стратегии [110] существует ряд мероприятий, способствующих достижению целей, представленных на рисунке 3, которые способствуют улучшению функционирования УДС с точки зрения безопасности и надежности.

Согласно Транспортной стратегии [110] были обозначены долгосрочная и стратегическая цели развития транспортной системы, отображенные на рисунке 3.



Рисунок 3 – Главные цели развития транспортной системы РФ [110]

Несмотря на положительные промежуточные результаты, а именно, обновление состава маршрутно-пассажирского транспорта, реконструкцию и строительство дорог, в РФ незначительно снижается количество происшествий, что подтверждается высокой аварийностью.

После проведения анализа, поставленных целей в Стратегии с 2014 по 2020 гг., было выявлено снижение смертности на дорогах. Данный показатель был достигнут за счет проведения мероприятий в комплексе, направленных на повышение уровня [110, 113]. Количество погибших людей в ДТП уменьшилось в более чем 1,5 раза, этому снижению оказал содействие перечень нормативных документов (рисунок 4).



Рисунок 4 – Нормативные документы в России, направленные на повышение уровня БДД

В ходе проведенного анализа основных нормативно-правовых документов и целей, поставленных в Стратегии, установлено [110], для повышения уровня БДД имеется необходимость в осуществлении прогнозирования ДТП для дальнейшего внедрения необходимых мероприятий в местах повышенной опасности.

1.3.2 Анализ статистики ДТП

Автомобильная промышленность производит более 50 млн автомобилей в год [116]. На сегодняшний день невозможно представить деловую и культурную жизнь человека без участия транспорта, так как транспорт является основной составляющей жизнедеятельности населения. Перевозки грузов и пассажиров обеспечивают функционирование промышленности, торговли, строительства, сферы услуг и других отраслей экономики [117]. Таким образом, развитие транспорта оказывает влияние на экономику страны в целом и является ее составной частью. По уровню развития транспорта можно судить об уровне развития страны.

При стремительном развитии автомобильного транспорта необходимо уделять внимание обеспечению и повышению БДД. Основываясь на эффективных и современных решениях науки и техники, необходимо внедрять новые подходы и средства, способствующие повышению БДД.

По мировой статистике большая доля смертности людей в возрасте до 29 лет происходит по причине ДТП. В 2022 г. в РФ совершено 126,5 тысяч ДТП, в которых 160,0 тысяч человек пострадало и более 14,0 тысяч погибло. Статистика аварийности влияет на развитие городов, агломераций, регионов и страны в целом. Поэтому необходимо стремиться к снижению ДТП на УДС. В России закон № 196 «О безопасности дорожного движения» [118] приняли для снижения аварийности на дорогах, а именно для стремления к минимальному значению показателя погибших. Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах» была принята на федеральном уровне также для улучшения результатов по показателям аварийности [112].

Поэтапное внедрение и реализация проектов национальных программ БДД оказало существенное влияние на снижение результатов статистических данных количества ДТП, что соответствует Стратегии безопасности дорожного движения в РФ на 2018-2024 гг. и Транспортной стратегии РФ до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. Проведенный анализ статистических данных о ситуации с

погибшими на дорогах показал, что с 2004 по 2022 годы ситуация в области БДД значительно изменилась, при этом сократилось число погибших более чем в 2 раза (рисунок 5).

Формирование политики во многих странах заключается в обеспечении и повышении БДД. Несмотря на применяемые в РФ ФЦП, НП, в 2023 г. за 9 месяцев установлен рост количества ДТП на **4,9%**, в результате которых погибло **10,3** тыс. чел. (+1,3%), ранено **121,4** тыс. чел. (+4,3%) относительно аналогичного периода прошлого года, согласно Государственному докладу о состоянии БДД.



Рисунок 5 – Статистика ДТП по погибшим с 2004 по 2022 гг.

БДД занимает лидирующую позицию на сегодняшний день. В связи с этим данный вопрос освещен во многих научных источниках [27, 46, 119, 120].

Чтобы повысить БДД необходимо постоянно проводить мониторинг и анализ происходящих ДТП, рассматривая при этом различные места и участки концентрации ДТП, виды ДТП и причины их возникновения.

Некоторые ученые для детального изучения причин возникновения ДТП и смертности на дорогах анализируют данные за последние сто лет во всем мире [53].

Для изучения статистики ДТП можно воспользоваться международными базами данных, охватывающими значения происшествий и видов транспорта [121-123]. Представленные базами значения говорят о том, что все они направлены на снижение смертности, сокращение жертв ДТП и повышение знаний о БДД.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) по истечению каждого года предоставляет информацию по всем странам о дорожном травматизме [124].

Оценить состояние БДД позволяют результаты внедренных мероприятий, направленных на обеспечение БДД каждого участника ДД. Особое внимание необходимо уделять пешеходам, среди которых большое количество детей, так как они являются незащищенными участниками ДД. Детскому дорожно-транспортному травматизму посвящено множество научных трудов [125, 126], в которых предложены мероприятия, позволяющие снизить причины возникновения детского травматизма.

В мире каждый год от дорожно-транспортного травматизма погибает свыше 16 400 детей в возрасте от 0 до 19 лет (ВОЗ, 2009 г.).

Распределение смертельных случаев в результате ДТП с участием детей в возрастной категории от 0 до 17 лет в период 2019–2022 гг. представлено на рисунке 6 [127, 128].

В научных трудах Степиной П.А. отражены экспериментальные исследования, в которых она определяет скорость и темп движения пешеходов, а именно, детей возрастных категорий 3-7 лет, 7-8 лет, 8-10 лет, 10-12 лет, 12-15 лет, 16-20 лет за различные временные факторы и периоды. Степиной П.А. была разработана методика автотехнической экспертизы ДТП, позволяющая определить наезд на пешехода и столкновение ТС [129].

В работах Олещенко Е.М., Сватковой Е.А. [130] представлены исследования в области организации и БДД на мировом уровне. Мероприятия направлены на выработку безопасного поведения и соблюдения ПДД детьми.

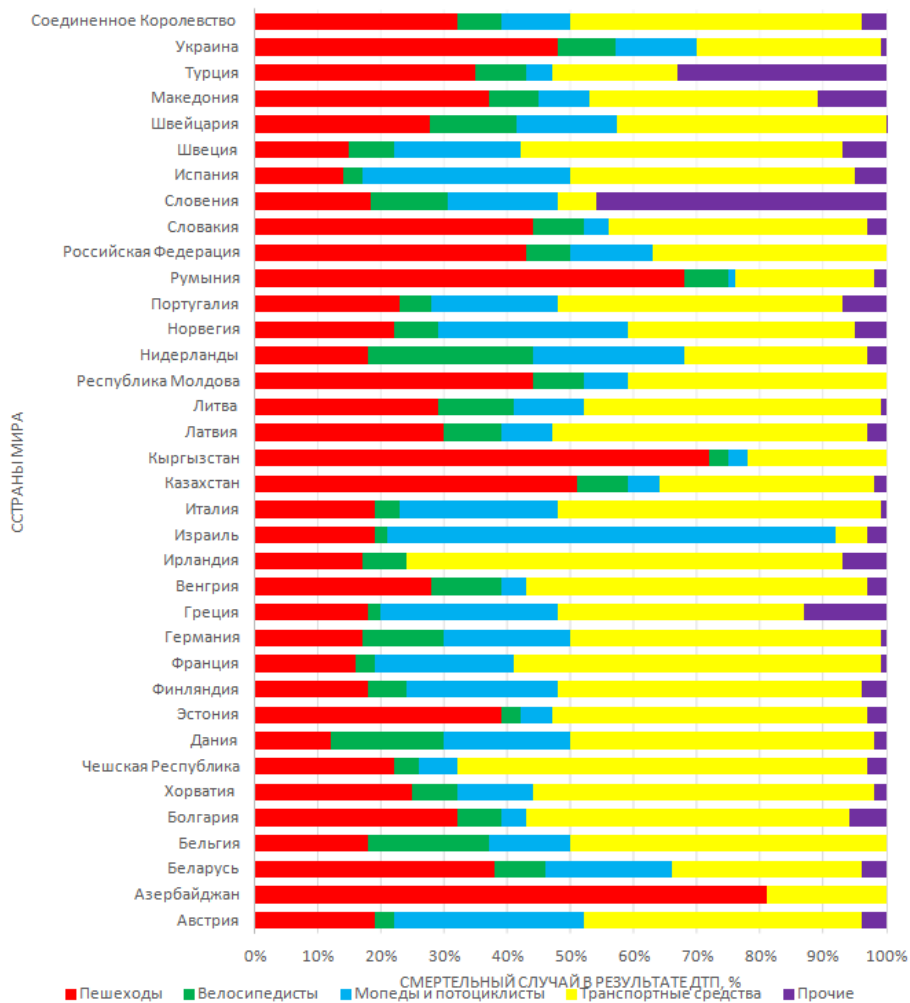


Рисунок 6 – Распределение смертельных случаев в результате ДТП с участием детей

Значительную роль в исследованиях и профилактических мероприятиях по детскому травматизму внесли такие ученые, как Спицына Т.А., Мамонова К.В. [131], Ёлгина Л.С. [132], Афолина Е.Г. [133] и др.

Ежегодно в дошкольных учреждениях проводятся множество мероприятий, направленных на снижение детского дорожно-транспортного травматизма. По профилактике детского травматизма многие регионы Российской Федерации проводят целевые профилактические мероприятия «Школьные каникулы», «Внимание - дети», «Безопасное колесо», направленные на повышение знаний ПДД у детей дошкольного и школьного возрастов.

Так, например, в Белгородской области прошла акция «Снова в школу», во время которой было уделено внимание не только первоклассникам, но и их

родителям. Каждому было выдано удостоверение пешехода, а также организована выставка детских автокресел [134].

Стартовала акция «Дурной пример заразителен!», в которой был сделан акцент на поведение родителей на дорогах, так как они являются главным примером для детей.

Отдел пропаганды УГИБДД УМВД по Белгородской области активно снимает и предоставляет видеоролики для детей (дошкольные детские учреждения), так как детьми лучше воспринимается наглядная информация, регулярно проводятся мероприятия, направленные на безопасное движение детей в различное время суток с использованием светоотражающих элементов на одежде [112, 128].

Одной из главных причин смертности детей на дорогах считается пренебрежение ремнями безопасности, когда ребенок передвигается в ТС.

Данные по аварийности РФ и Белгородской области представлены на рисунках 7-10. Там же показаны количественные показатели ДТП и относительные показатели аварийности.

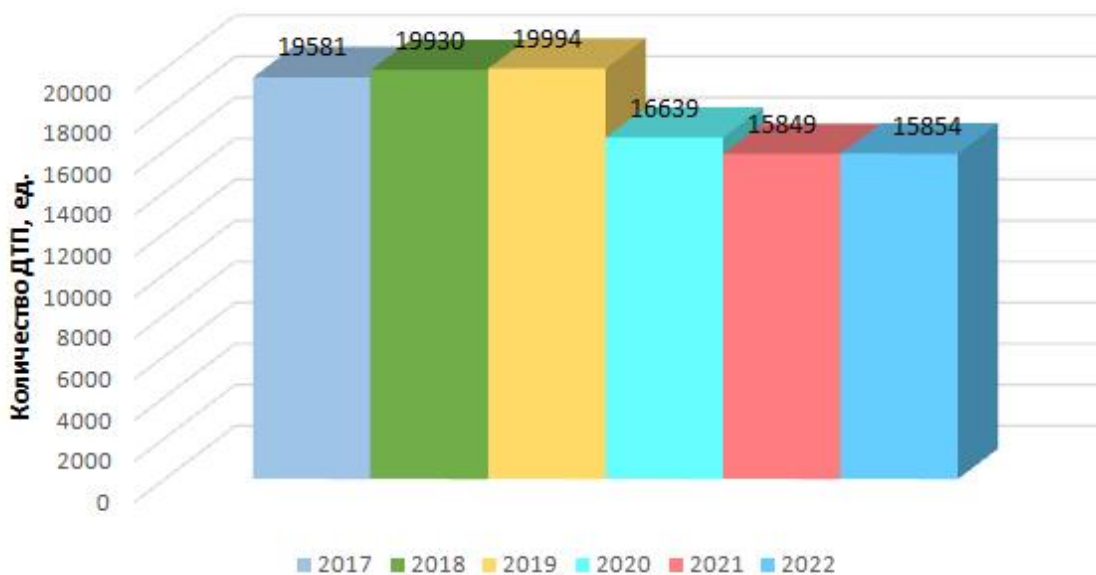


Рисунок 7 – Число ДТП с участием детей до 16 лет в Российской Федерации за период 2017–2022 гг.

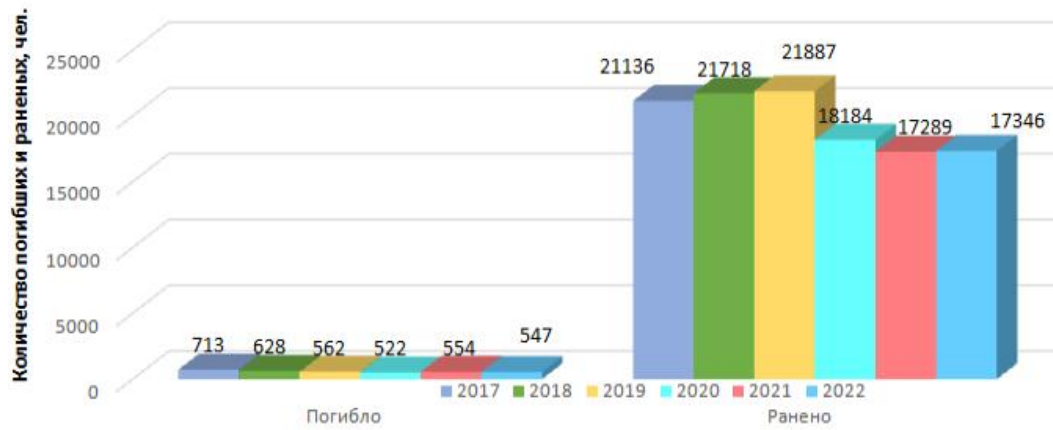


Рисунок 8 – Дети до 16 лет, которые погибли и были ранены при совершении ДТП в Российской Федерации за период 2017–2022 гг.

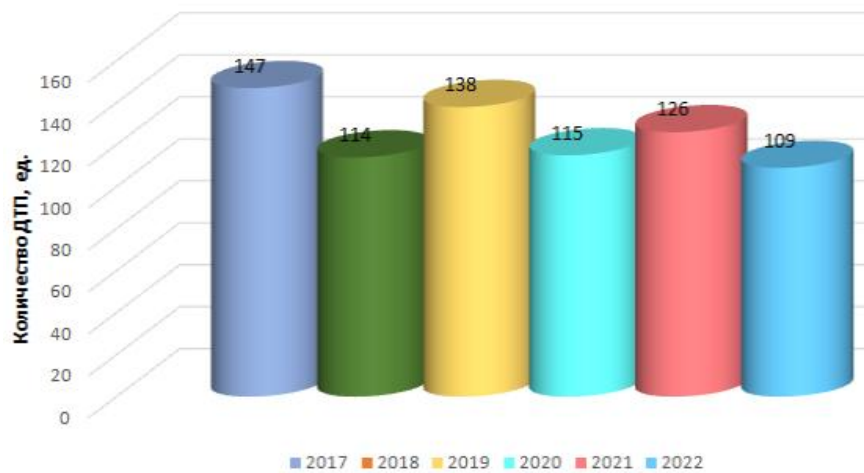


Рисунок 9 – Количество ДТП с детьми до 16 лет по Белгородской области за период 2017–2022 гг.

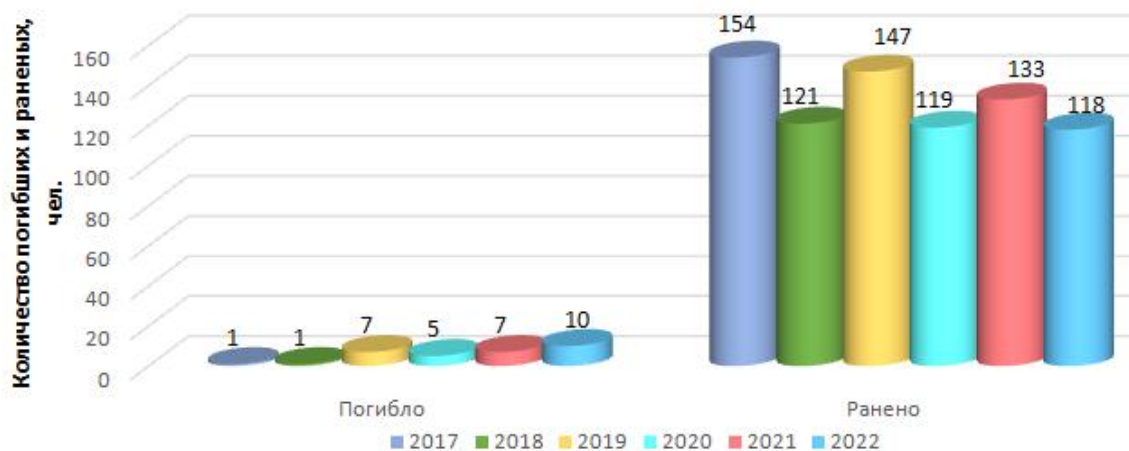


Рисунок 10 – Количество погибших и раненых в ДТП детей до 16 лет по Белгородской области за период 2017–2022 гг.

Статистические данные свидетельствуют о снижении количества ДТП. Ужесточение наказания водителей размерами штрафов и изменения в ПДД существенно влияют на водителей ТС.

В РФ каждое третье ДТП – это наезд на пешехода. Причинами этих ДТП становятся отсутствие достаточной видимости, установленных дорожных знаков в несоответствие с требованиями. Поэтому каждое восьмое ДТП влечет за собой риск повышенной тяжести последствий. Зачастую водители ТС своевременно не могут обнаружить пешехода, чтобы предотвратить наезд на пешехода и происшествие возникает непосредственно на пешеходном переходе.

В свою очередь пешеходы обязаны соблюдать ПДД, даже при отсутствии у них водительского удостоверения. К основным ПДД относятся знания дорожной разметки и дорожных знаков, сигналы светофорного регулирования и сигналы регулировщика.

По сравнению с водителями, пешеходы являются наиболее уязвимыми участниками ДД. В результате ДТП пешеход чаще всего погибает или получает тяжелые травмы (рисунок 16). По статистике большое число ДТП происходит по вине пешеходов. Поэтому Госавтоинспекция проводит ряд мероприятий по выявлению причин нарушения пешеходами ПДД и их устранению с целью повышения безопасности пешеходов.

Одной из эффективных мер по профилактике аварийности на пешеходных переходах является широкомасштабная акция, проводимая с 2011 г. сотрудниками Госавтоинспекции и участниками общественных организаций, подразумевающей проверку технического и эксплуатационного состояния пешеходных переходов. На данный момент в рамках проводимой акции обследовано более 90% пешеходных переходов. Было выявлено нарушение технического и эксплуатационного состояния на 30% пешеходных переходов. Наиболее часто встречающимся недостатком является отсутствие или неверное расположение дорожных знаков, в результате чего пешеходы неверно выбирают место для перехода улично-дорожной сети, а водители не в состоянии своевременно принять решение в сложившейся дорожной ситуации. По полученным от акции данным,

24749 (62%) пешеходных переходов с выявленными нарушениями приведены в соответствие действующему законодательству. Но установленные законом требования к размещению и обустройству пешеходных переходов необходимо приводить в соответствие современным условиям дорожного движения. Поэтому Госавтоинспекция постоянно вносит предложения по разработке новых стандартов, основанных на положительном опыте стран с высоким уровнем безопасности дорожного движения [98].

Статистика ДТП при участии пешеходов в РФ и Белгородской области за прошедшие годы показана в таблице 2 и отражена на рисунках 11-18 [98].

Таблица 2 – Статистика ДТП с участием пешеходов в РФ и Белгородской области с 2018 по 2022 гг.

ДТП	Происшествия		Погибло, чел.		Ранено, чел.	
	РФ	БО	РФ	БО	РФ	БО
2018 г.						
Общее число	168 099	1 277	18 214	155	214 853	1600
Из-за наезда на пешехода	48 814	359	5 155	51	45 666	321
Из-за наезда на пешехода в темное время суток	19 791	158	3 525	33	17 260	131
2019 г.						
Общее число	164 358	1 323	16 981	154	210 877	1 669
Из-за наезда на пешехода	47 440	344	4 783	35	44 534	329
Из-за наезда на пешехода в темное время суток	19 966	170	3 314	27	17 651	165
2020 г.						
Общее число	145073	1156	16152	138	183040	1425
Из-за наезда на пешехода	38716	306	4368	40	35838	279
Из-за наезда на пешехода в темное время суток	16756	153	3077	25	14431	136
2021 г.						
Общее число	133331	1063	14874	130	167856	1345
Из-за наезда на пешехода	35666	249	3767	31	33233	227

Из-за наезда на пешехода в темное время суток	14243	109	2599	22	12294	93
2022 г.						
Общее число	126705	1050	14172	155	159635	1349
Из-за наезда на пешехода	34604	260	3529	34	32296	239
Из-за наезда на пешехода в темное время суток	13375	69	2392	20	11571	79

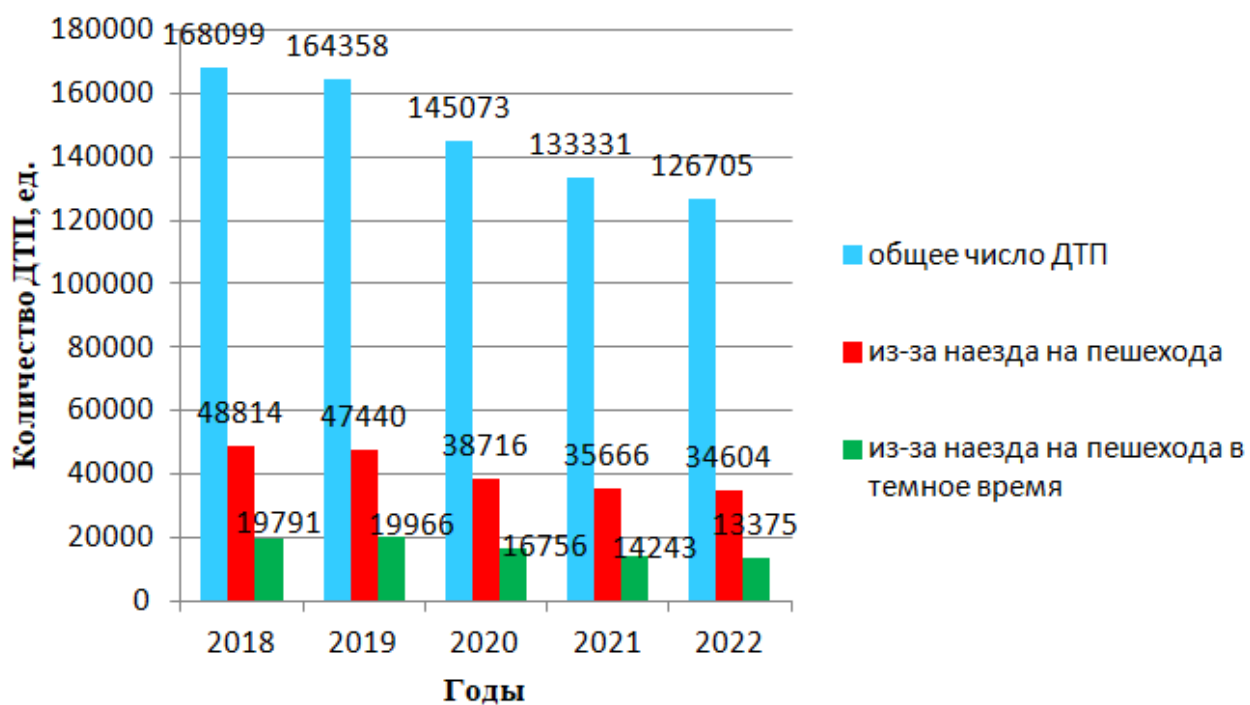


Рисунок 11 – Число ДТП в РФ за период 2018–2022 гг.

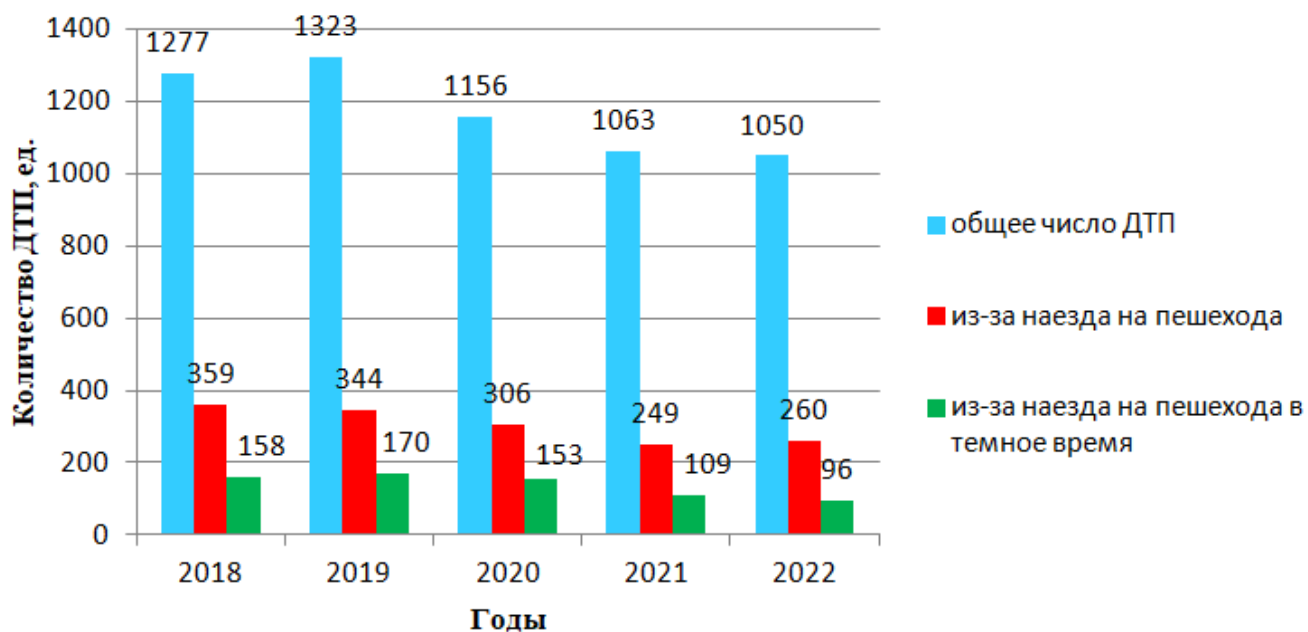


Рисунок 12 – Число ДТП в Белгородской области за период 2018–2022 гг.

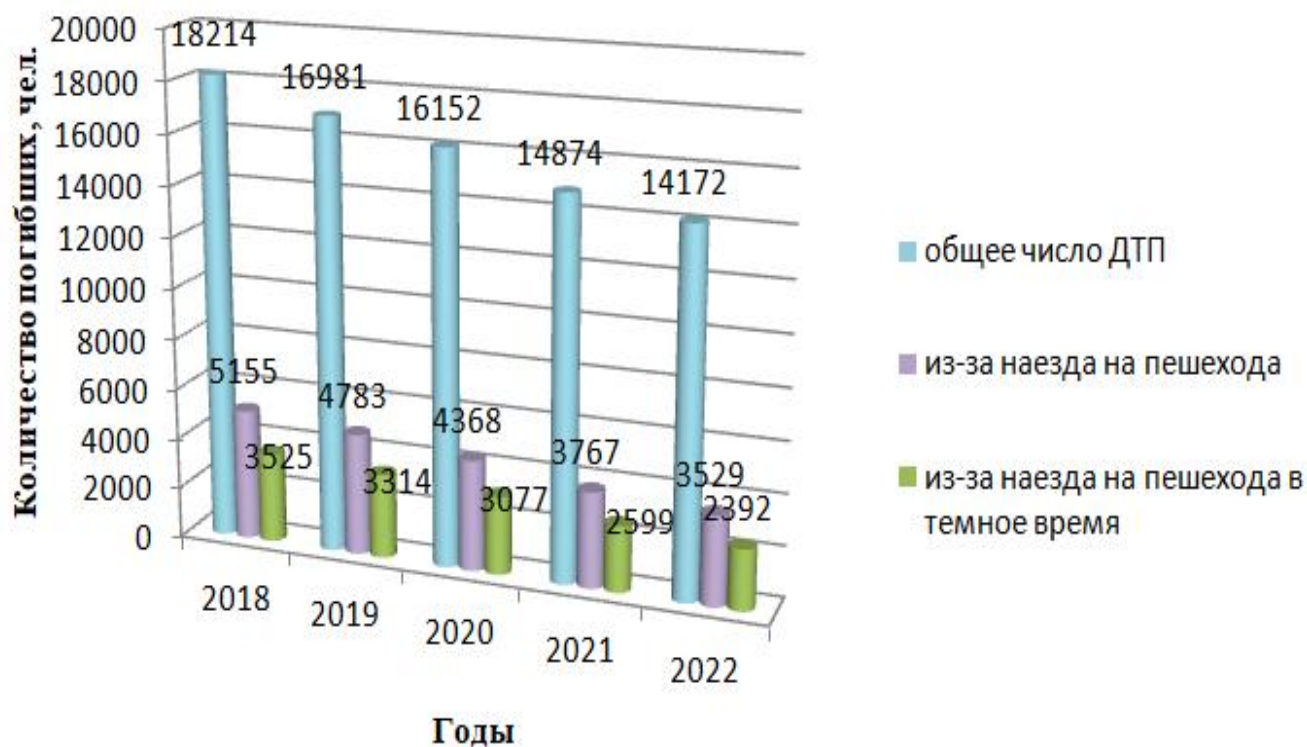


Рисунок 13 – Количество погибших в РФ за 2018–2022 гг.

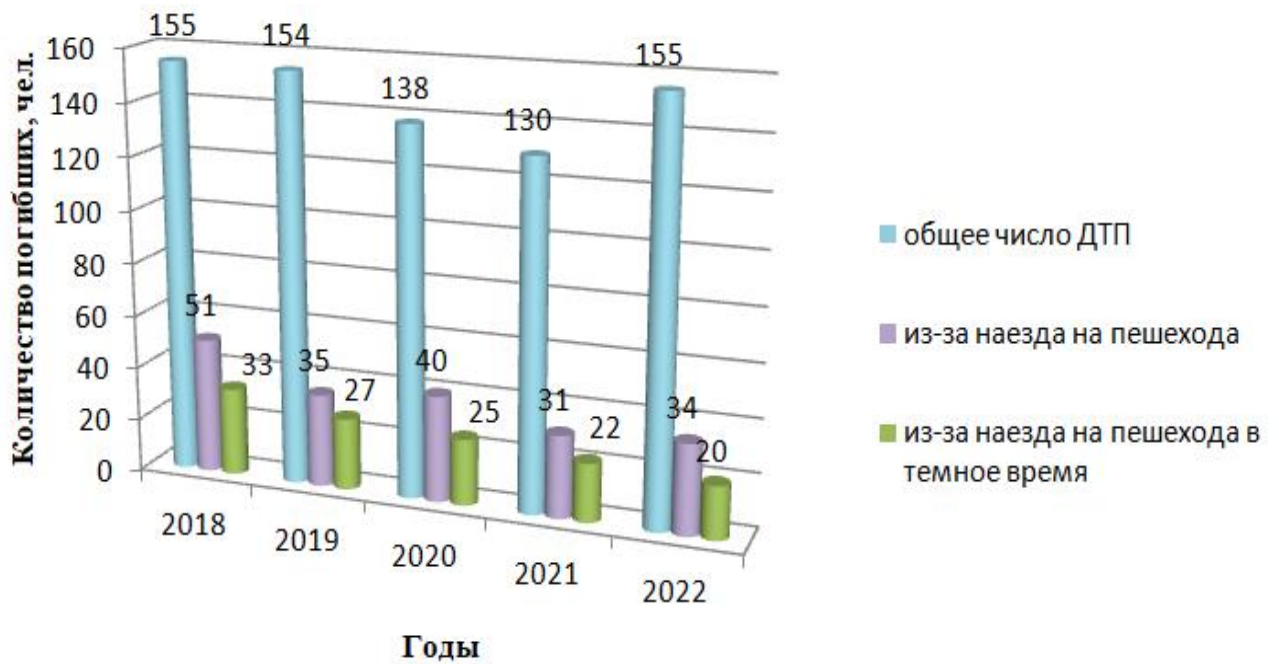


Рисунок 14 – Количество погибших в Белгородской области за 2018–2022 гг.

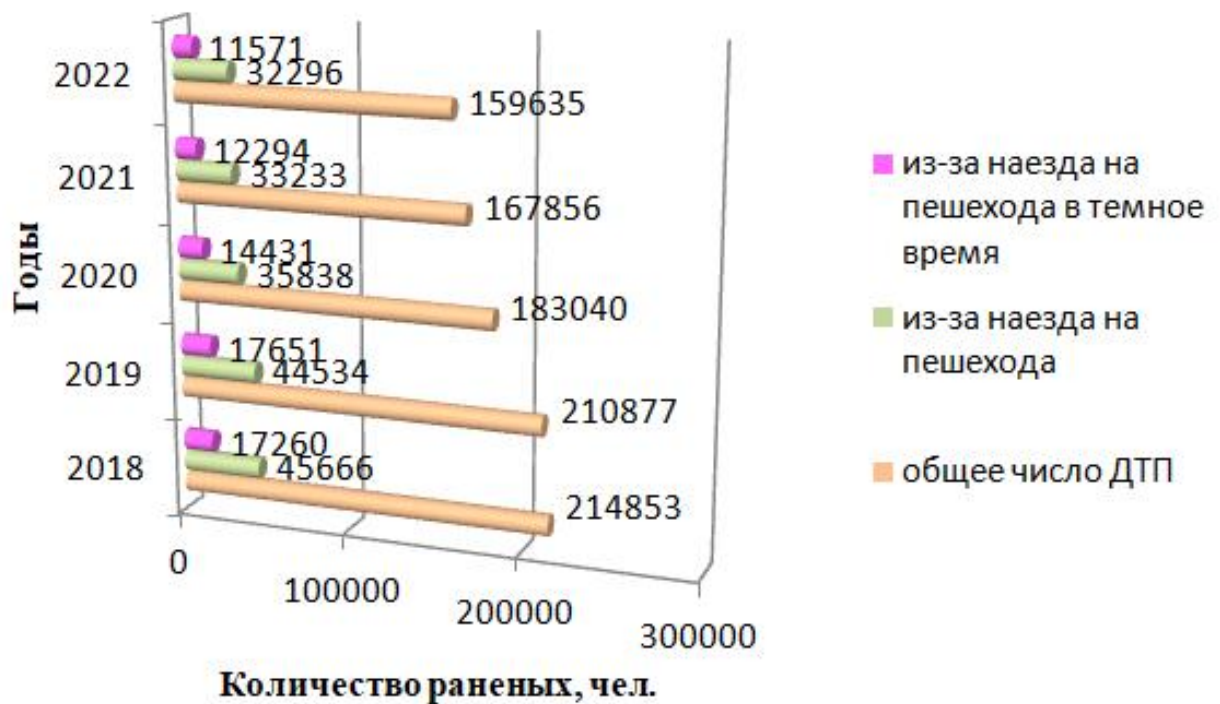


Рисунок 15 – Количество раненых в РФ за 2018–2022 гг.

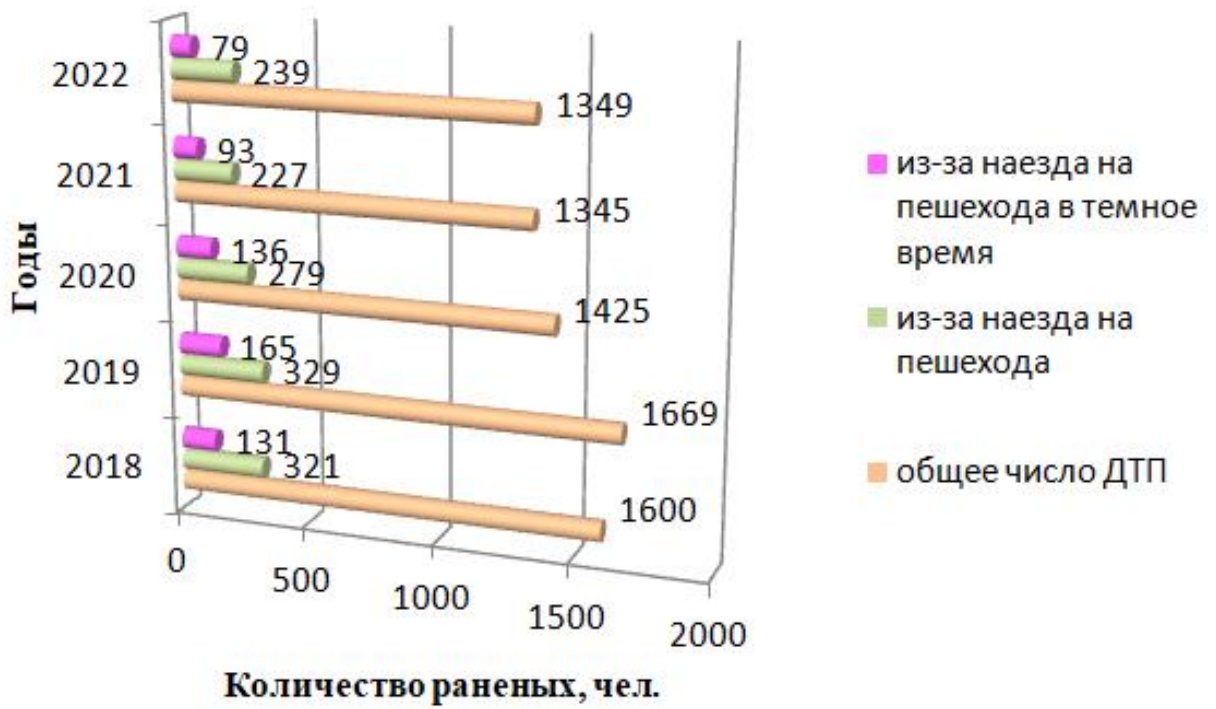


Рисунок 16 – Количество раненых в Белгородской области за 2018–2022 гг.

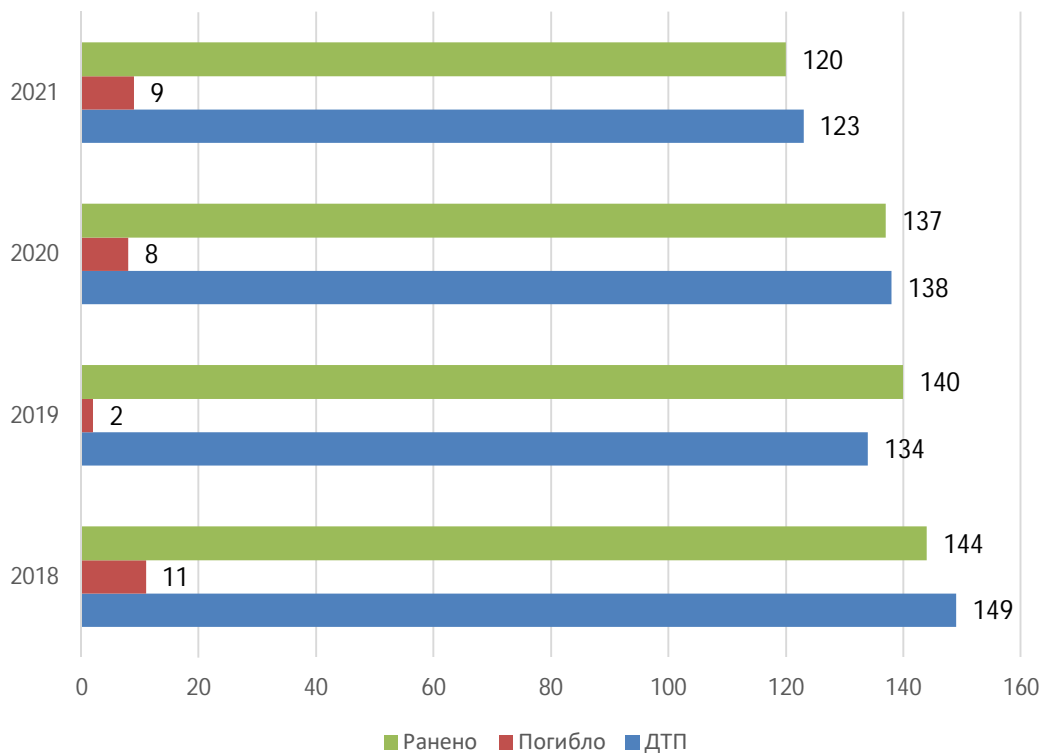


Рисунок 17 – Статистика ДТП в Белгородской области на нерегулируемых пешеходных переходах

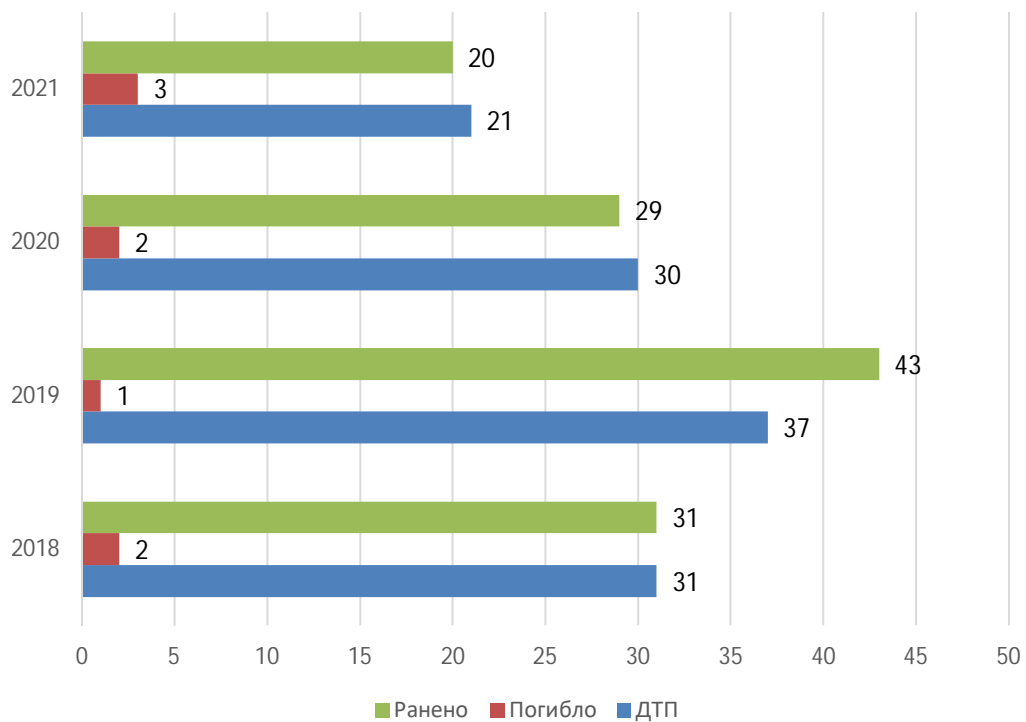


Рисунок 18 – Статистика ДТП в Белгородской области на регулируемых пешеходных переходах



Рисунок 19 – Основные нарушения ПДД со стороны пешеходов в Белгородской городской агломерации

Согласно представленным рисункам в РФ и Белгородской области с 2018 по 2022 гг. наблюдается тенденция снижения общего числа происшествий, числа раненых и погибших в ДТП людей. В среднем в РФ количество аварий снижается

на 20,7%, а в Белгородской области на 16,8%, следовательно, ФЦП [112] показывает результативность.

Для снижения вероятности возникновения ДТП с участием пешеходов проводится большое количество различных мероприятий, повышающих внимание, как водителей, так и пешеходов. Профилактические операции «Пешеходный переход» и «Пешеход» направлены на повышение культуры вождения среди водителей, на профилактику, предупреждение, выявление и пресечение нарушений ПДД со стороны пешеходов и водителей.

Например, в Санкт-Петербурге инспекторы обучают пешеходов культуре поведения на дорогах. В Ростовской области осуществлялась пропаганда «Сохраним жизнь детей и пешеходов!», в которой инспекторы дорожного движения принимали конкретные меры, направленные на предотвращение количества ДТП с непосредственным участием детей. На территории области была развернута широкомасштабная работа по оборудованию автомобилей детскими креслами и детскими удерживающими устройствами. Водителям регулярно напоминали о необходимости приобретения детских кресел и детских удерживающих устройств, не допуская перевозку детей без детских автокресел и детских удерживающих устройств. В Туле региональный центр «Безопасные Дороги» проводит мероприятия по воспитанию законопослушного пешехода. Во многих городах очень часто выписывают штрафы пешеходам, нарушившим правила перехода проезжей части.

В г. Омске проводился профилактический рейд «Внимание: пожилой пешеход!». В ходе мероприятия сотрудники ГИБДД вручили пожилым пешеходам Памятки о соблюдении ПДД, а водителям в очередной раз напомнили о нормах вежливости, которые должны соблюдаться на дороге.

В Белгородской области отдельное внимание регулярно уделяется профилактике наездов на пешеходов. Например, за сутки в сентябре 2022 г. по фактам непредставления преимущества пешеходам составлено 53 административных материала, в отношении пешеходов, допустивших переход в неустановленном месте – 66 материалов [98].

Абсолютно в разных сложившихся ситуациях гарантированно способствует снижению аварийности на дорогах знание и соблюдение всеми участниками дорожного движения ПДД. Дисциплинированность всех участников дорожного движения дает возможность организовать ДД, а именно, создать на дорогах безопасные и комфортные условия для движения всех участников во всем мире.

Всероссийские масштабные акции позволяют привлечь внимание всех участников ДД для решения задач по БДД. Большинство мероприятий, направленных на повышение уровня БДД способствуют снижению тяжести от последствий ДТП и сохраняют жизнь и здоровье гражданам.

Комплексная оценка состояния ДТС, реализация ФЦП в сфере БДД, применение большого количества законодательных и нормативно-правовых актов позволило уменьшить значения показателей аварийности на дорогах нашей страны. В России Новиковым И.А. были установлены первостепенные причины высокой степени аварийности на дорогах из-за неудовлетворительного подхода к решению научно-технической проблемы в отношении множества различных стран мира. С 2004 года по 2022 гг. уровень погибших в РФ снизился почти на 60% [16].

Таким образом, по результатам проведенного анализа статистических данных установлено, что существует множество факторов, которые прямым или косвенным образом влияют на количество и тяжесть последствий от ДТП. Одними из причин аварийности являются уровень автомобилизации и развитие городских агломераций, в связи, с чем возникают транспортные проблемы.

Рассмотрение классификации ДТП и ее анализ позволит решить вопрос уменьшения аварийных ситуаций и их последствий, что способствует обеспечению БДД.

1.4 Анализ состояния дорожной ситуации и роль Белгородской городской агломерации в регионе

На сегодняшний день большинство крупных населенных пунктов (НП) сливаются в единую структуру, с множеством связей и интенсивным динамическим развитием всех отраслей экономики, что имеет большое значение в формировании государства в целом. Образование вышеуказанных кластеров способствует установлению и более интенсивному развитию транспортных, производственных, экономических и культурных связей, снижая издержки каждой из отраслей в отдельности.

Особенностью близлежащего пригорода Белгорода в радиусе 30 км является сложившаяся зональность с развитой индивидуальной жилищной застройкой и соответствующей ей инфраструктурой. Таким образом, пригород и отдельные части территории являются спальными районами Белгорода.

По данным исследований Белгородского НИИ градостроительства ежедневная миграция населения города Белгорода составляет 93 тыс. человек, из которых 52 тыс. человек перемещаются на личном транспорте, а 41 тыс. человек – на общественном. В связи с этим на УДС в утренние и вечерние часы пик наблюдаются задержки ТС, ухудшается экологическая обстановка и повышается вероятность возникновения ДТП [4, 5, 15, 16].

Все НП связаны между собой с ядром городской агломерации федеральными, региональными и местными дорогами, протяженность которых составляет около 6 тыс. км (рисунок 20).

В связи со стремительными темпами формирования городских агломераций согласно действующей Стратегии пространственного развития до 2025 г. имеется необходимость в обеспечении транспортной доступности, развитии культурных, экономических и транспортных связей.

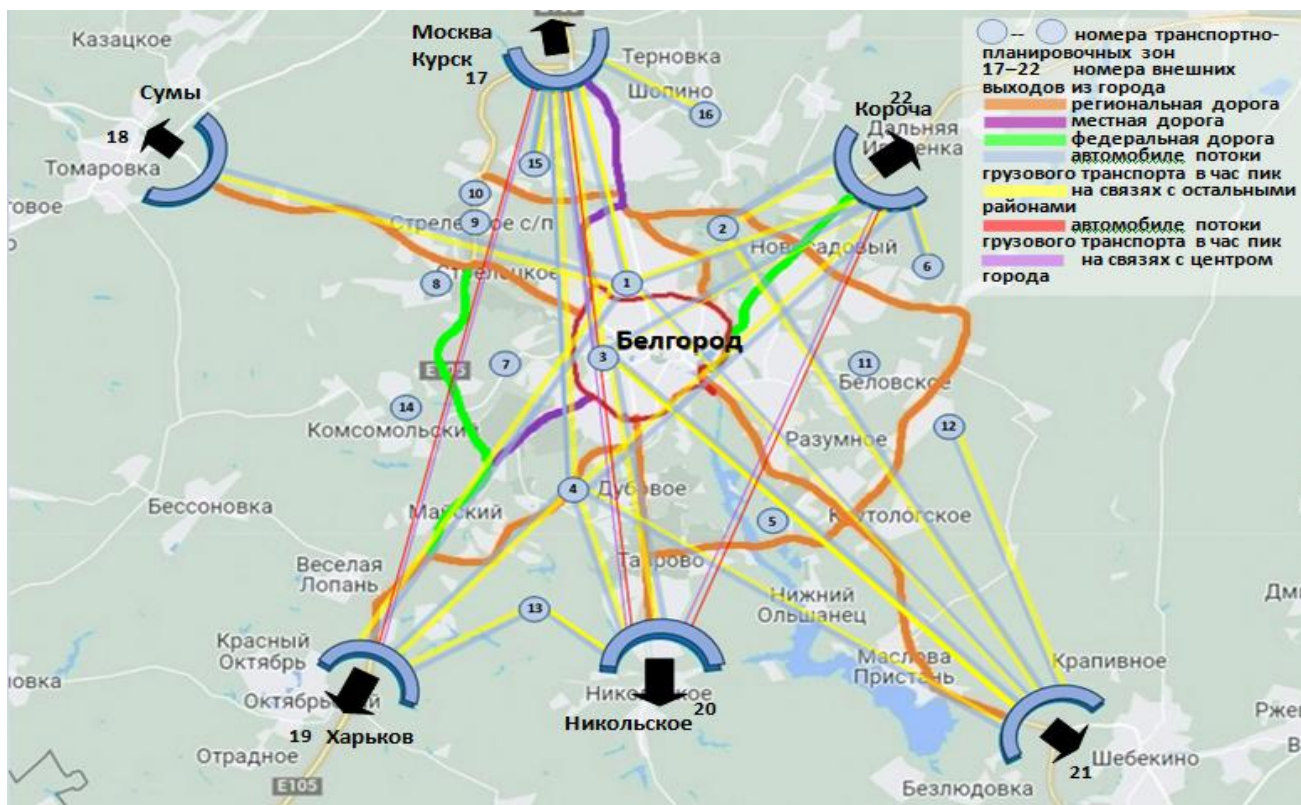


Рисунок 20 – Графическое представление исследуемой территории Белгородской городской агломерации с учетом дорог различного значения

Различают три подхода, которые применяются при формировании территории городской агломерации: централизованный, децентрализованный и смешанный. При централизованном подходе управления агломерацией все управленческие решения принимаются единым центром, а при децентрализованном подходе управления агломерацией полномочия управления агломерацией распределяются между равноправными субъектами управления, которые представлены административными единицами муниципальных образований, составляющих городскую агломерацию. Соответственно, смешанный подход управления агломерацией сочетает в себе элементы централизованного и децентрализованного подходов.

При создании городской агломерации придерживаются следующих нормативно-правовых актов:

1. Законы субъектов РФ, которые регламентируют аспекты создания городских агломераций;
2. Нормативные документы в части разработки и утверждении перечня

требований по территориальному планированию городских агломераций;

3. Правовые акты, касающиеся развития транспортной инфраструктуры городских агломераций;

4. Региональные и муниципальные программы, стратегии, концепции и планы развития городских агломераций;

5. Нормативные документы в части управления городскими агломерациями;

6. Нормативные документы, касающиеся координации деятельности заинтересованных органов власти [28].

В статье 2 Закона Белгородской области от 1 марта 2016 г. № 58 «О развитии агломераций в Белгородской области» раскрывается понятие агломерации и правила установления ее границ. Под агломерацией понимается территория, включающая территории городских округов или городских поселений и близлежащих к ним иных муниципальных образований, функционально объединяемых для усиления интенсивности хозяйственных, трудовых, транспортных, научно-образовательных, культурно-бытовых, рекреационных и иных связей в целях создания качественного пространства проживания и ведения хозяйственной деятельности [237].

Анализ нормативно-правовой документации в рамках развития агломерации позволил установить, что согласно Стратегии пространственного развития до 2025 года, утвержденной распоряжением правительства РФ от 13.02.2019 г. № 207-р. и постановлению РФ от 31.05.2019 г. № 696 государственная программа РФ «Комплексное развитие сельских территорий» особое внимание уделяется развитию городских агломераций посредством объединения городов в сеть, основой которых является транспортная доступность (рисунок 21). В связи со стремительными темпами развития городских агломераций за счет строительства частных и многоквартирных домов, развития культурных зон, создания рабочих мест и образовательных центров, а также использования в большей степени личного автомобильного транспорта, проектирования, строительства новых дорог и транспортных связей, имеется необходимость в обеспечении БДД.

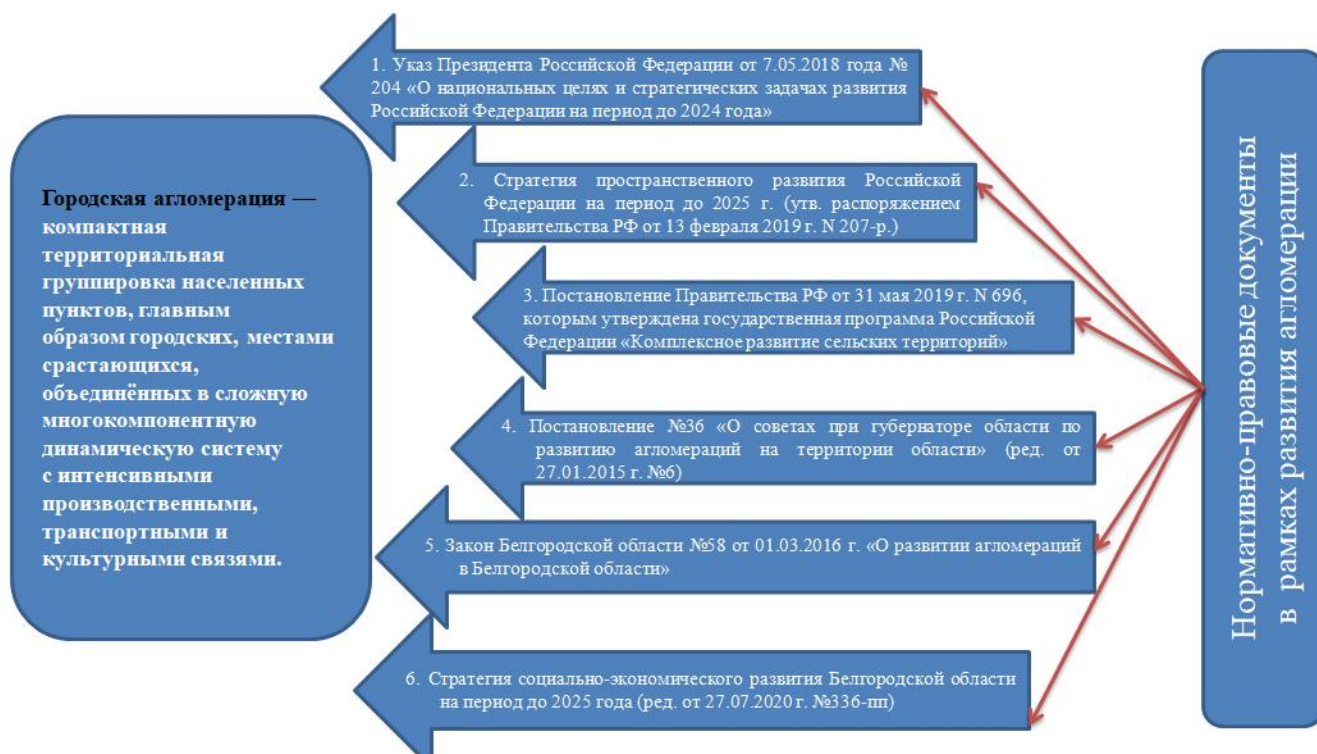


Рисунок 21 – Нормативно-правовые документы в рамках развития городских агломераций

В состав Белгородской городской агломерации вошли 3 городских округа и 3 района. На территории Белгородской городской агломерации проживают более 730 тыс. человек, плотность населения составляет около 2,5 чел/км² (таблица 3).

Таблица 3 – Основные показатели Белгородской городской агломерации

Муниципальное образование	Численность населения, чел.	Плотность населения, чел/км ²	Протяженность дорог, км		
			федеральные	региональные	местные
Белгородская агломерация	730376	2478,8	77,5	404,8	5384,8
Городской округ город Белгород	394142	55,82	-	-	574,1
Шебекинский городской округ	87146	45,63	-	104,7	925,5
Яковлевский городской округ	56259	52,73	23	33,5	795,8
Белгородский район	128886	130,02	54,5	438,895	2126,8
Борисовский район	24977	36,76	-	46,6	311,5
Корочанский район	38966	25,32	-	150,2	673,7

Белгородская городская агломерация занимает практически одну четверть площади территории Белгородской области, одну вторую населения людей и одну треть дорог различного значения, на которых за исследуемый период произошло 796 ДТП, в результате которых 112 человек погибло.

Проведенный анализ в Белгородской городской агломерации показал, что 16,5 % ДТП происходят в городской агломерации (без учета городского округа города Белгорода) от общего количества ДТП по Белгородской области, 19,4% – количество погибших (рисунок 22).



Рисунок 22 – Роль Белгородской городской агломерации в регионе

Несмотря на реализацию ФЦП «Повышение безопасности дорожного движения», НП «Безопасные и качественные дороги» проблема обеспечения БДД остается актуальной в связи с тем, что индивидуальное жилищное строительство активно развивается в пригородных районах, тем самым происходит ежедневная миграция населения на личных ТС, о чем свидетельствуют полученные результаты (рисунок 23).

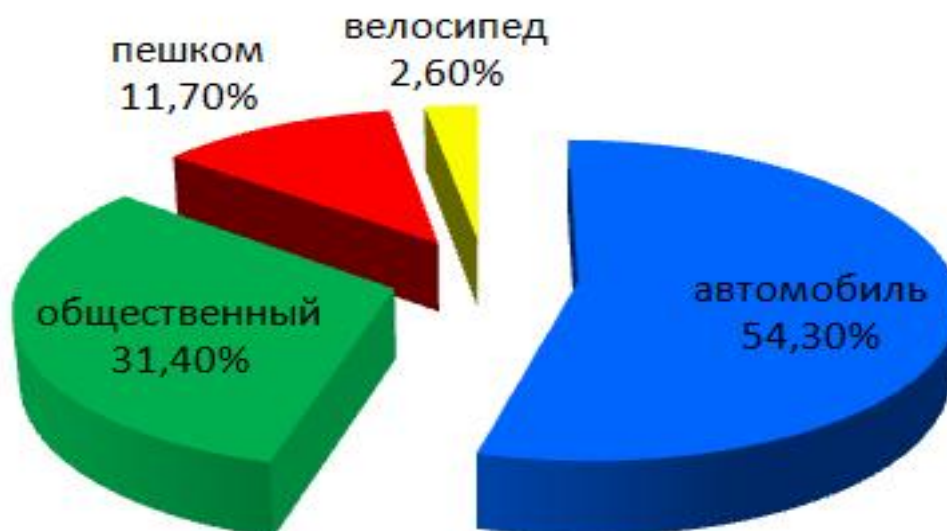


Рисунок 23 – Соотношение по виду используемого транспорта

Такие результаты свидетельствуют о повышении вероятности возникновения ДТП. У жителей Белгородской городской агломерации имеется по два автомобиля, в некоторых даже по три, что говорит о необходимости развития транспортно-логистической сети и обеспечения БДД на дорогах городской агломерации (рисунок 24) [19, 20].



Рисунок 24 – Соотношение количества транспорта в семье

Белгородская городская агломерация имеет свои особенности, среди которых наличие разнородного состава ТП (рисунок 25) и транзитного транспорта (рисунок 26), сеть дорог различного значения, частая переменчивость скоростного режима движения ТС, что способствует повышению вероятности возникновения ДТП с различными последствиями.

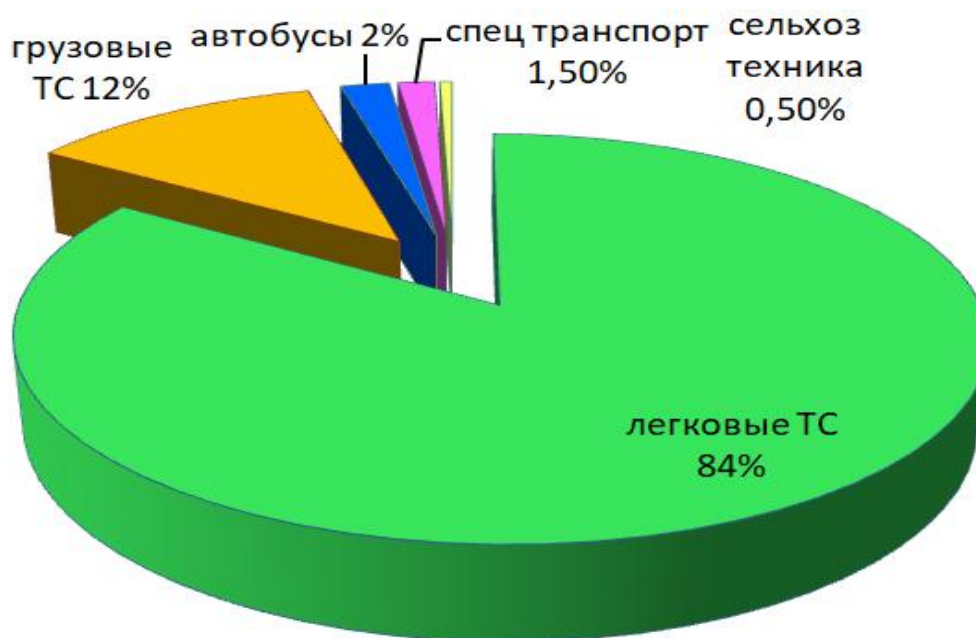


Рисунок 25 – Состав ТП в Белгородской городской агломерации

Маршрутные перевозки на территории Белгородской городской агломерации осуществляются автобусами различной вместимости: малой (121 автобус), средней (83 автобуса) и большой (111 автобусов), без предъявления требований к экологическому классу ТС.

Общая протяженность всех маршрутов составляет 14113,7 км. Муниципальные перевозки осуществляются по 227 маршрутам, из них: 130 маршрутов по Белгороду и Белгородскому муниципальному району; 43 маршрута в Шебекинском городском округе, 21 маршрут в Яковлевском городском округе, 8 маршрутов в Борисовском муниципальном районе, 25 маршрутов в Корочанском муниципальном районе.

Общая протяженность муниципальной маршрутной сети составляет 2827 км, перевозки по которой осуществляются автобусами различной вместимости и троллейбусами.

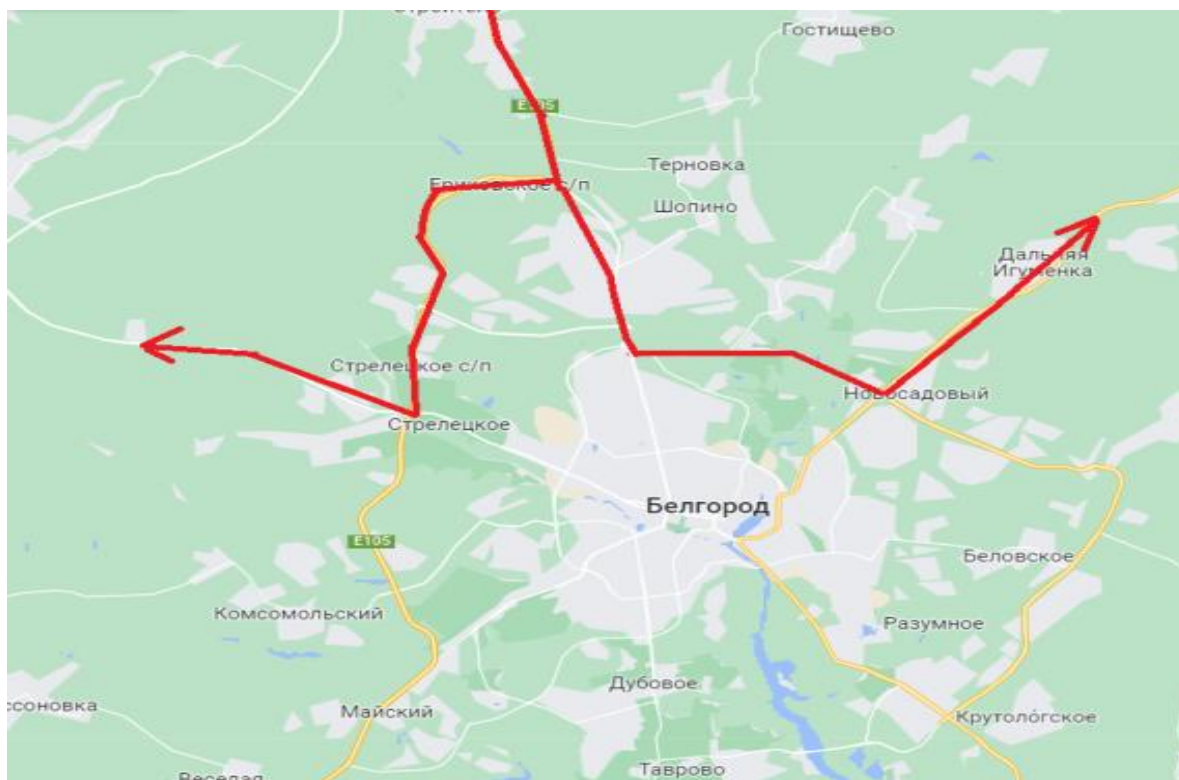


Рисунок 26 – Схема движения транзитных ТП по территории Белгородской городской агломерации

Движение транзитного транспорта по территории Белгородской городской агломерации осуществляется в данный момент времени по двум направлениям: в сторону сельских поселений Новосадового и Стрелецкого.

1.5 Классификация и анализ ДТП в Белгородской городской агломерации

Термин «дорожно-транспортное происшествие» в соответствии с постановлением Правительства РФ от 29 июня 1995 г. № 642 означает «событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, груз, сооружения» [135].

В рассмотренных источниках [27, 45, 136-144] классификация ДТП в общем виде выглядит следующим образом (рисунок 27).



Рисунок 27 – Классификация ДТП по видам

Ликвидировать ДТП можно за счет применения технических средств, зависящих от вида ДТП, мероприятий, снижающих вероятность возникновения происшествий.

Общая статистика ДТП показала, что в РФ за 2022 г. совершено 126 705 ДТП, в результате которых погибло 14 172 человек, ранено 159 635 человек. Выявлено, что столкновение занимает лидирующую позицию среди всех ДТП и составляет почти 42 %, следующую за ней занял такой вид ДТП, как наезд на пешехода. На него приходится почти 30% всех ДТП, что подтверждает научную социально-значимую проблему в области БДД (таблица 4, рисунок 28).

Таблица 4 – Распределение ДТП по видам в России за 2022 г.

Виды ДТП	% от всего числа произошедших ДТП
Столкновение разных ТС	41,80
Наезды на пешеходов	29,90
Опрокидывание	8,10
Наезд на препятствия	6,50
Падение пассажиров на проезжую часть	3,30
Аварии с велосипедистами	3
С остановленными ТС	3



Рисунок 28 – Основные виды ДТП, произошедшие за 2022 г.

Столкновение имеет множество конфигураций, представленных в научной литературе в области экспертизы.

Такие целевые показатели как транспортный и социальный риск способствуют основному направлению в развитии уровня БДД. Виды ДТП способны осуществить оценку применяемых мероприятий, способствующих минимизации количества ДТП.

Современные программные продукты позволяют выявлять причины и факторы произошедших ДТП, что в результате позволит на базе полученной информации внедрять мероприятия, снижающие уровень смертности от ДТП.

Согласно научным исследованиям известно, что на городских и сельских территориях происходит большее количество ДТП, но с наименее тяжкими последствиями в отличие от дорог федерального значения. Все виды ДТП на исследуемых участках УДС представлены на рисунке 29.

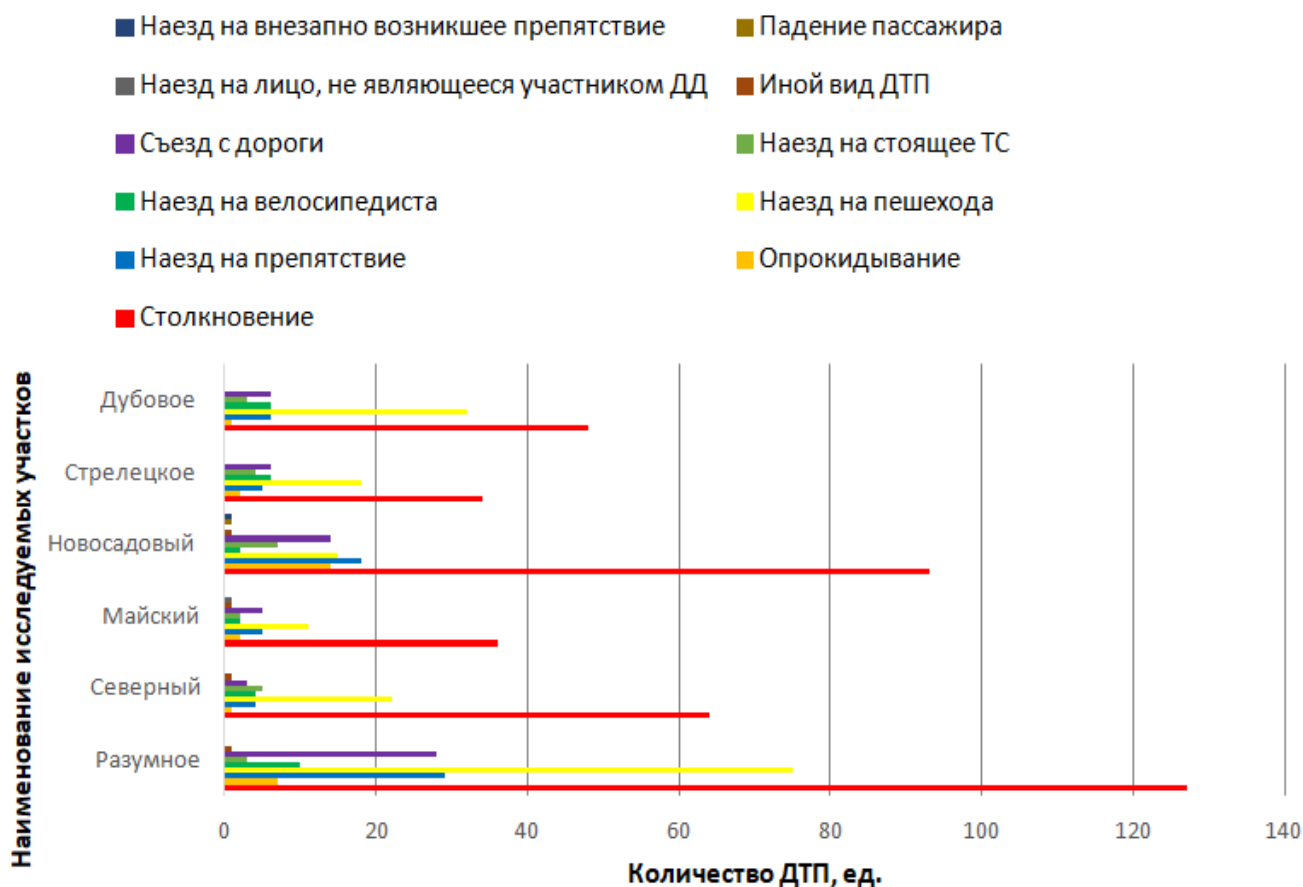


Рисунок 29 – Количество ДТП по видам в Белгородской городской агломерации с 2018 по 2022 гг.

На территории Белгородской городской агломерации установлено 18 мест концентрации ДТП, 8 из них находятся за пределами ядра, в результате которых 4 человека погибло (таблица 5).

Таблица 5 – Перечень мест концентрации ДТП на территории Белгородской городской агломерации за 2022 г.

№ п/п	Наименование автомобильной дороги	Всего ДТП	Погибло	Ранено
1	Белгород-Новый Оскол-Советское км 54+800 – км 55+010	3	0	3
2	Город Белгород, проспект Белгородский - Белгородского полка (МК ДТП 2018 г.)	5	0	7
3	Город Белгород, Волчанская - Михайловское шоссе (МК ДТП 2017 г.)	6	0	9
4	Город Белгород, Губкина - Шаландина	5	0	6
5	Город Белгород, Белгородского полка - Победы	3	0	3
6	Город Белгород, Ватутина проспект - улица Костюкова	4	0	10
7	Город Белгород, Белгородский проспект - Попова улица	6	0	9
8	Город Белгород, Буденного улица - бульвар Юности	3	0	3
9	Город Белгород, Костюкова улица - Щорса улица	6	0	6
10	Город Белгород, Королева ул. - Ватутина проспект	3	0	3
11	Город Белгород, Садовая ул., д.25а - д.116а	3	0	3
12	М-2 "Крым" км 677+260 - км 677+300 (Развязка перед п. Майский "Пескобаза")	3	0	5
13	Подъезд к городу Белгород км 8+100 (Поворот на п. Репное)	4	0	4
14	Подъезд к городу Белгород км 23+500 (Кольцо со стелой "Промышленный парк Северный")	3	2	3
15	Город Стронтель, 5 Августа улица - Советская улица	3	0	3
16	М-2 "Крым" км 677+260 - км 677+300 (Развязка перед п. Майский "Пескобаза")	3	0	5
17	Подъезд к городу Белгород км 8+100 (Поворот на п. Репное)	4	0	4
18	Подъезд к городу Белгород км 23+500 (Кольцо со стелой "Промышленный парк Северный")	3	2	3
	Итого	70	4	89

В Белгородской городской агломерации столкновение и наезд на пешехода являются самыми распространенными видами ДТП, в результате которых за исследуемый период времени погибли 55 и 22 человека соответственно. Места совершения ДТП распределены следующим образом (рисунок 30).



а)



б)

Рисунок 30 – Основные места повышенной опасности за период 2018–2022 гг. при: *а* - столкновении; *б* - наезде на пешехода

Итак, проведенные исследования показали, что существующие меры по обеспечению БДД не учитывают переменчивость ДТС (совершенствование транспортной инфраструктуры, строительство новых дорог, внедрение ИТС, технических средств ОДД, изменение скоростного режима движения и т.д.)

в связи, с чем имеется необходимость в развитии научных основ повышения БДД в городских агломерациях. Проблема аварийности на дорогах в городской агломерации остается актуальной и требует разработки новых методов и моделей, позволяющих приблизиться к значению критерия «нулевая смертность» согласно Транспортной стратегии РФ до 2030 года (4 погибших на 100 тыс. населения). В РФ наблюдается недостаточность проработки вопросов обеспечения БДД в городских агломерациях.

1.6 Выводы по главе

1. Первостепенной проблемой, которая уменьшает развитие транспортной системы не только с точки зрения социальной направленности, но и экономической является проблема БДД. Проведенный анализ по странам мира показал, что проблеме БДД уделяется значительное внимание, так как за последние годы ведется активная работа по снижению смертности на дорогах. Впервые в Швеции были разработаны концепция «нулевая смертность» и мероприятия, показавшие свою эффективность в области БДД.

В РФ разработаны ФЦП, национальные проекты, Транспортная Стратегия, которые в свою очередь показывают результативность работы.

2. В России активно проводится непрерывная работа в сфере БДД. В связи с этим результат исследуемого периода 2004–2022 гг. говорит о снижении погибших в ДТП более чем на 58%. Однако, несмотря на применяемые в РФ ФЦП, НП, в 2023 году за 9 месяцев установлен рост количества ДТП на 4,9%, в результате которых погибло 10,3 тыс. чел. (+1,3%), ранено 121,4 тыс. чел. (+4,3%) относительно аналогичного периода прошлого года, согласно Государственному докладу о состоянии БДД.

3. Проанализирована ДТС состояния БДД в РФ и Белгородской городской агломерации с учетом дифференциации ТП и инфраструктуры города. Выявлено, что Белгородская городская агломерация включает в себя 475 населенных

пунктов, которые связаны между собой дорогами различного значения: федеральные (77,5 км), региональные (404,8 км) и муниципальные (5384,8 км).

4. Статистика ДТП свидетельствует о том, что 16,5% ДТП от общего числа в Белгородской области занимают исследуемые направления Белгородской городской агломерации, по количеству погибших – 19,4%. Проведенные исследования показали, что существующие меры по обеспечению БДД не учитывают переменчивость ДТС. Лидирующие позиции по видам ДТП в Белгородской городской агломерации заняли столкновение и наезд на пешехода, в результате которых за исследуемый период времени погибли 55 и 22 человека соответственно. Места совершения ДТП распределены следующим образом: при столкновении – нерегулируемое пересечение (51,8%), перегон (35,1%), регулируемое пересечение (6,9%), нерегулируемый ПП (6,2%); при наезде на пешехода – нерегулируемый ПП (57,8%), перегон (23,7%), нерегулируемое пересечение (7,4%), регулируемый ПП (6,7%), автостоянка (4,4%). Проблема аварийности на дорогах остается актуальной и требует разработки новых методов и моделей, позволяющих стремиться к критерию «нулевая смертность» согласно Транспортной стратегии РФ до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. В РФ наблюдается недостаточность проработки вопросов обеспечения БДД в городских агломерациях.

ГЛАВА 2 ОЦЕНКА ДТС НА ОСНОВАНИИ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК ТП И ДТП

2.1 Основные критерии оценки УДС

При решении задач, связанных с повышением БДД на УДС, необходимо использовать целый ряд частных критериев. За предшествующие 30 лет во множестве работ рассмотрены критерии оценки качества функционирования УДС. Наиболее подробно эти критерии определены в следующих работах [28, 151, 152-158]. Наиболее полный анализ частных критериев оценки представлен в классификации методического руководства [151], авторы которого предложили установленную комбинацию критериев оценки УДС, которые используются в рамках одной из задач КСОД.

Согласно методическому руководству, формализации и суммарному обозначению подлежат следующие показатели: экономические показатели оценки состояния ОДД; уровня БДД; экологической безопасности; стабильности функционирования УДС.

Рассмотренный перечень параметров охватывает малую численность критериев, дающих оценку функционирования УДС. В своей работе В.Е. Peterson выполнил систематизацию самостоятельных положений оценки: по виду движения и элементам УДС [155].

На сегодняшний день широко применяется теория количественной оценки БДД и собраны компетенции, соответствующие изучаемой теории:

1. Метод, основой которого является анализ сводных данных по аварийности. Сложившаяся аварийность является основой для оценки ДТС;
2. Вероятностные методы, основанные на статистической информации аварийности, позволяющие осуществлять прогноз количества ДТП. В этом случае количество ДТП является зависимой переменной от параметров рассматриваемого участка УДС;

3. Методы, основой которых являются параметры ТП и условия движения ТС на рассматриваемом участке;

4. Метод конфликтных ситуаций.

Для осуществления оценки состояния БДД необходимо определить места концентрации ДТП, так называемых очагов аварийности или топографических очагов аварийности.

Место концентрации ДТП (очаг аварийности) – однородный и ограниченный по протяженности участок УДС, для которого характерен повторяющийся уровень аварийности. Для определения места концентрации ДТП учитывается статистика аварийности за период времени 3 года.

В городских условиях местом концентрации ДТП является участок УДС, протяженностью 400 м, в пределах которого в течение года совершено более 3 ДТП.

Относительная аварийность Z , определяется выражением:

$$Z = \frac{A \cdot 10^6}{365 \cdot N \cdot L \cdot m}, \quad (7)$$

где A – количество ДТП на исследуемом участке УДС за m лет; N – среднегодовая интенсивность движения ТП в сутки за m лет; L – длина участка УДС, км.

Вышеуказанные критерии позволяют оценить только лишь состояние БДД на уже сформированной УДС, а при подготовке ПОД и КСОД их применение не представляется возможным. Существуют следующие методы для оценки аварийности:

1. Линейный график коэффициентов аварийности;
2. Учет конфликтных точек и коэффициентов аварийности [27, 95].

Первый метод применяется на УДС городов и дорогах общего пользования, а второй метод – на нерегулируемых пересечениях.

Суммарная конфликтная загрузка УДС позволяет осуществить прогнозирование количества ДТП на регулируемых пересечениях и пешеходных переходах и оценить уровень БДД в городах [151]:

$$R = 5 \sum \frac{N_{in} \cdot N_{jn}}{(N_{in} + N_{jn})^2} + 3 \sum \frac{N_{ic} \cdot N_{jc}}{(N_{ic} + N_{jc})^2} + \sum \frac{N_{io} \cdot N_{jo}}{(N_{io} + N_{jo})^2} \quad (8)$$

где i и j – различающиеся ТП, N_{in} , N_{jn} – интенсивность движения ТП, являющихся центром аварийности, авт/сут; N_{ic} , N_{jc} – интенсивность движения ТП, в точке слияния ТП, авт/сут; N_{io} , N_{jo} – интенсивность движения ТП, в точке ответвления, авт/сут.

В городах с численностью населения более 250000 человек ДТП с участием пешеходов занимают большую долю аварийности в целом, в которых погибает около 60% от общей численности погибших в ДТП. В связи с этим необходимо совершенствовать методы оценки безопасности движения пешеходных потоков.

Коэффициенты аварийности позволяют оценивать аварийность на пешеходных переходах и регулируемых пересечениях. Поэтому необходимо проводить исследования, позволяющие применять коэффициенты аварийности с целью прогнозирования количества ДТП и оценки уровня конфликтности отдельных участков УДС.

В научных трудах [28, 159, 160] приведены базовые характеристики ТП на УДС (табл. 5). К ним относятся интенсивность движения ТП (N), скорость движения ТП, пропускная способность дороги (P) и коэффициент загрузки движением (Z).

Основные транспортные характеристики представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Основные транспортные характеристики на УДС

Транспортные характеристики	Авторы исследований
Интенсивность движения ТП	В.Ф. Бабков [27], В.В. Сильянов [28]
Скорость движения ТП	М.Б. Афанасьев [46, 161], В.В. Новизенцев [162], И.Н. Пугачев [163]

Пропускная способность дороги	М.Б. Афанасьев [46, 161], Г.И. Клинковшейн [46]
Уровень загрузки движением	Е.М. Лобанов, В.В. Сильянов, Ю.М. Ситников, Л.Н. Сапегин [164]

Интенсивность движения ТП – это количество ТС, проезжающих через сечение дороги за интересующую единицу времени. Показатель интенсивности имеет свойство неоднородности, что говорит о случайном процессе возникновения ТС и его количестве в различных местах и участках городской агломерации. Неравномерность ТП позволяет обнаружить места притяжения ТС и выявить необходимость в том или ином виде ТС.

Пропускная способность дороги зависит от большого числа факторов: дорожных условий (ширины проезжей части, продольного уклона, радиуса кривых в плане, расстояния видимости и др.), состава потока автомобилей, наличия средств регулирования, погодных-климатических условий, возможности маневрирования автомобилей по ширине проезжей части, психофизиологических особенностей водителей и конструкции автомобилей. Изменение из этих факторов приводит к существенным колебаниям пропускной способности дороги в течение суток, месяца, сезона и года. При частом расположении помех на дороге происходят значительные колебания скорости, приводящие к появлению большого числа автомобилей, движущихся в группах, а также снижению средней скорости всего потока. Пропускная способность маршрута движения зависит от времени преодоления отдельных, в том числе проблемных, участков УДС. Анализ научной литературы, направленной на решение проблемы в области БДД, позволил выявить ключевые причины, позволяющие изменять динамические показатели транспортного потока, который в свою очередь имеет основные транспортные характеристики.

2.2 Экспериментальные исследования интенсивности движения ТП в Белгородской городской агломерации

Проверка достоверности и правомерности сезонной оценки изменения суточной интенсивности движения ТП в Белгородской городской агломерации являлась целью экспериментального исследования. В исследованиях движения ТП по всем участкам УДС были включены: замеры интенсивности движения ТП в течение суток, а именно, детально изучена интенсивность дневная с 07.00 ч до 18.00 ч и ночная с 19.00 ч до 06.00 ч; были изучены карточки учета ДТП; виды ДТП; состояние дорожного покрытия; погодные условия (приложение А, таблица 1-6). Определены очаги пиковой интенсивности движения ТС в течение временного интервала, начиная от суток и заканчивая годом. Выявлены места с повышенной аварийностью, места концентрации ДТП.

При изучении и оценке ДТП были собраны данные экспериментальных исследований в отношении интенсивности движения ТС и отобраны карточки учета ДТП с необходимой информацией для учета количества ДТП и определения условий движения в момент совершения ДТП в Белгородской городской агломерации. В течение четырех лет были обследованы входящие в городскую агломерацию ТП и магистральные улицы города Белгорода. Изучены геометрические параметры (приложение А, таблица 7), инфраструктура улиц и параметры ТП данных участков: количество полос, схема перекрестка, погодноклиматические условия, состояние проезжей части, уровень загрузки УДС. После обработки собранных экспериментальных значений интенсивности движения ТС установлены временные диапазоны, в течение которых возникает максимальная интенсивность движения ТС в условиях городской агломерации. Сбор данных в ходе проведения эксперимента был осуществлен при помощи камер фото и видео фиксации, а именно, видеокамера JVC CAMCORDER, модель: GZ – HM435SE, серийный номер 106A3941, стационарные камеры (региональные системы) Белгородской городской агломерации. В границах Белгородской городской агломерации выявлены диапазоны времени, в течение которых интенсивность

движения ТП достигает максимального значения. Результаты представлены в приложении Г.

Исследованы шесть ТП по входящим направлениям в сторону г. Белгорода (Дубовое, Разумное, Новосадовый, Северный, Стрелецкое, Майский) и четырнадцать улиц города Белгорода. В течение четырех лет проводилась фиксация данных интенсивности движения ТП и количество ДТП, произошедшие на территории городской агломерации. После проведенного анализа были установлены зависимости между интенсивностью движения ТС и временным интервалом, а также между количеством произошедших ДТП и характерными диапазонами времени.

Для наглядности исследуемых участков УДС были построены графики, позволяющие увидеть характерные часы суток, при которых были совершены ДТП (приложение В).

2.2.1 Исследование интенсивности движения ТП на въездных участках УДС в город Белгород

Направление № 1 Дубовое включает в себя множество дорог, проходящих через сельские поселения (разрешенная скорость движения 40, 60 км/ч), и дороги, соединяющие эти населенные пункты (разрешенная скорость движения 90 км/ч).

Экспериментальное исследование подробно представлено в научной квалификационной работе на примере участка УДС Белгородской городской агломерации. Данные остальных участков данные по интенсивности движения представлены в приложении Г. Исследуемое пересечение проспекта Ватутина – улицы Щорса – улицы Пригородная является транспортной артерией города. Направление № 1 Дубовое является связующим звеном ядра агломерации и пригородных участков, таких как поселок Дубовое, сельские поселения Таврово 1 – Таврово – 15, Никольское, Соломино и др. Граничащий с городом Белгородом поселок Дубовое находится на территории Белгородского района Белгородской области. Согласно официальной статистики, его население составляет более

10 тыс. человек, из которых почти 6,5 тыс. являются официально занятыми, что составляет практически 60 % от всего населения территории, более 3 тыс. человек относятся к людям пенсионного возраста. В связи с этим можно утверждать, что большую часть населения, передвигающегося в сторону города Белгорода, являются жители поселка. Дорога, проходящая через поселок Дубовое, является связующим звеном между ядром Белгородской городской агломерации и сельскими поселениями Белгородского района. По исследуемому участку УДС каждый день передвигаются в среднем более 10 тыс. жителей.

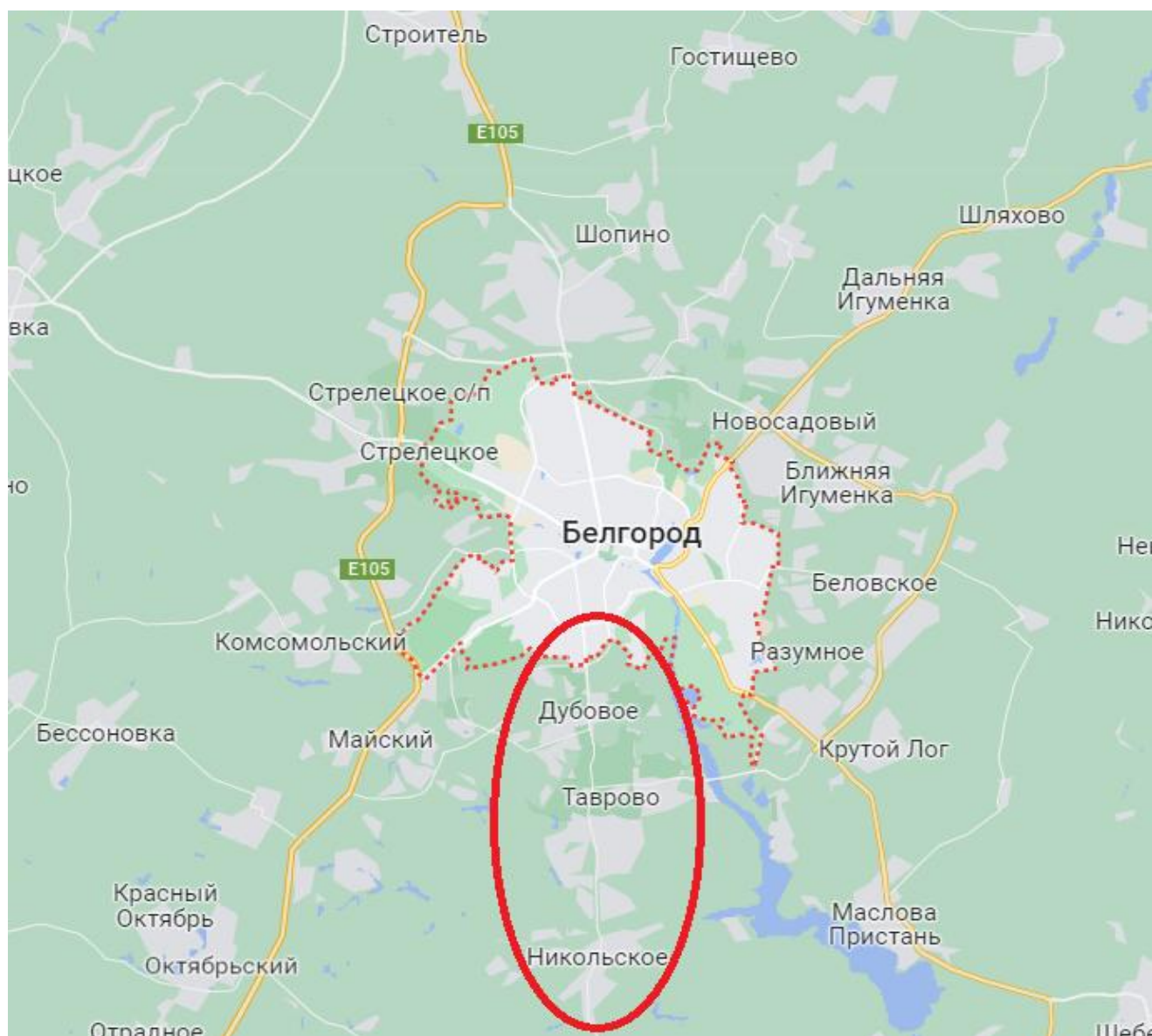


Рисунок 31– Схема месторасположения исследуемого участка по направлению № 1 Дубовое Белгородской городской агломерации

Приведенное пересечение является связывающим перекрестком пригорода и города, имеет Х-образную схему пересечения (рисунок 32).

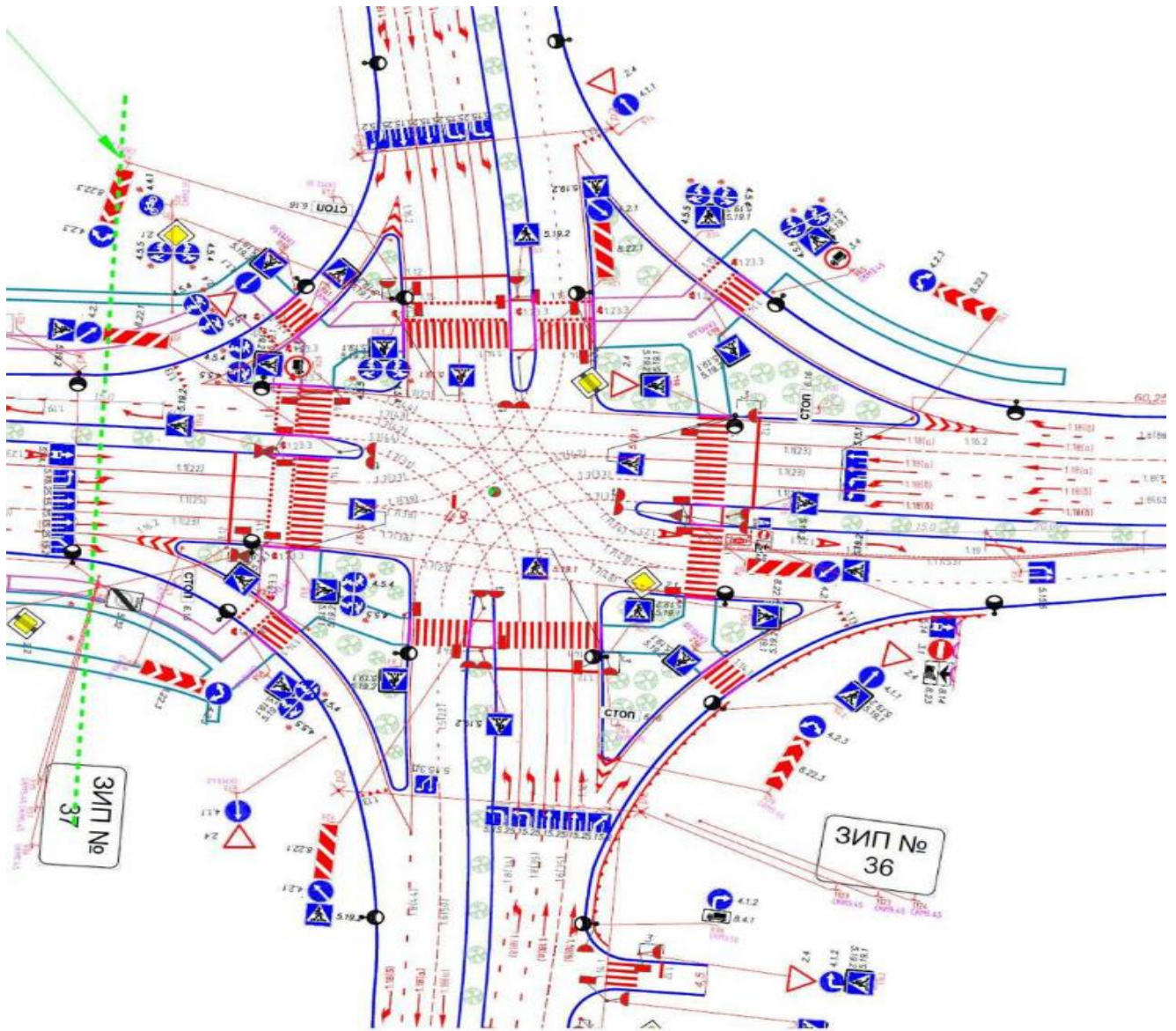


Рисунок 32 – Геометрическая схема пересечения проспекта Ватутина – улицы Щорса – улицы Пригородной

Центрами притяжения являются МТРК «Сити Молл Белгородский» и ТЦ «METRO», территория которых имеет парковочное пространство значительной площадью.

На подходе к пересечению имеется по две полосы в прямом и обратном направлении. Непосредственно у границ перекрестка имеется 5 полос для движения по направлениям прямо, налево и направо. Ширина полосы равна 3,5 м, что соответствует ГОСТ Р 52399–2022.

На рассматриваемом участке установлены следующие технические средства организации дорожного движения (ТСОДД): знаки 2.4 «Уступи дорогу», 3.1 «Въезд запрещен», 4.1.1 «Движение прямо», 4.1.2 «Движение направо», 4.2.1 «Объезд препятствия справа», 4.5.5 «Пешеходная и велосипедная дорожка с разделением движения», 5.15.2 «Направления движения по полосам», 5.15.4 «Начало полосы», 5.19.1., 5.19.2 «Пешеходный переход», 5.23.1 «Начало населенного пункта», 5.24.1 «Конец населенного пункта», 5.31 «Зона с ограничением максимальной скорости», 6.16. «Стоп – линия», табличка 8.22.1 «Препятствие в паре с предписывающим знаком 8.4.1 «Вид ТС», 1.20.3 «Сужение дороги слева».

В зоне исследуемого объекта расположены 8 пешеходных переходов с нанесенной разметкой, установленными соответствующими знаками, ширина которых равна 4 м. Согласно ГОСТ Р 52282–2004 установлены светофорные объекты типов Т.1 и Т.1.л, П.2.

Результаты собранных данных об интенсивности движения ТП в течение 4 лет показал, что среднее количество автомобилей в час составило 1600 единиц. Максимальные промежутки времени также были выявлены и соответствовали следующим загруженным часам: утро (7.00 ч – 9.00 ч), обед (13.00 ч – 14.00 ч) и вечер (17.00 ч – 19.00 ч).

В утренние часы среднее значение интенсивности движения ТС на представленном участке составило более 2300 авт/ч. Это свидетельствует о характерном передвижении людей из дома к рабочим местам с различным временем начала трудового дня.

Около 2120 авт/ч передвигалось в течение обеденного промежутка времени. Данное количество объясняется тем, что из разных участков города люди передвигаются на обед, а также осуществление доставки еды с помощью такси и активное передвижение курьеров описывает полученную цифру интенсивности движения ТС.

Среднее количество ТС за час в вечерний загруженный промежуток времени составило более 2960 авт/ч. Это можно оценить следующим образом:

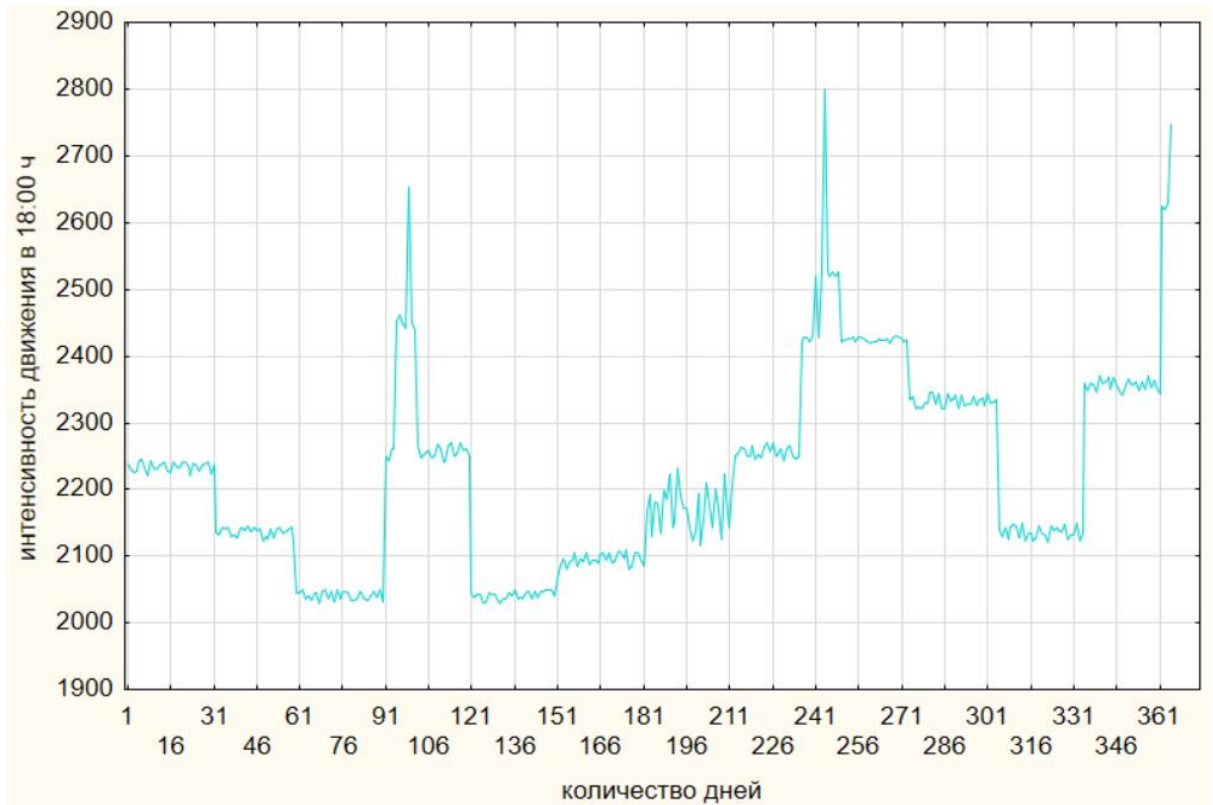
происходит мощный отток из ядра агломерации в спальные районы Белгородского района.

Психологическое воздействие человека на систему водитель-автомобиль-дорога-среда (ВАДС) ухудшается и повышается вероятность возникновения ДТП, что подтверждается официальной статистикой ДТП по времени суток и дням недели. Время реакции водителя значительно увеличивается из-за физической составляющей человека, внимание притупляется и происходит резкое снижение уровня БДД.

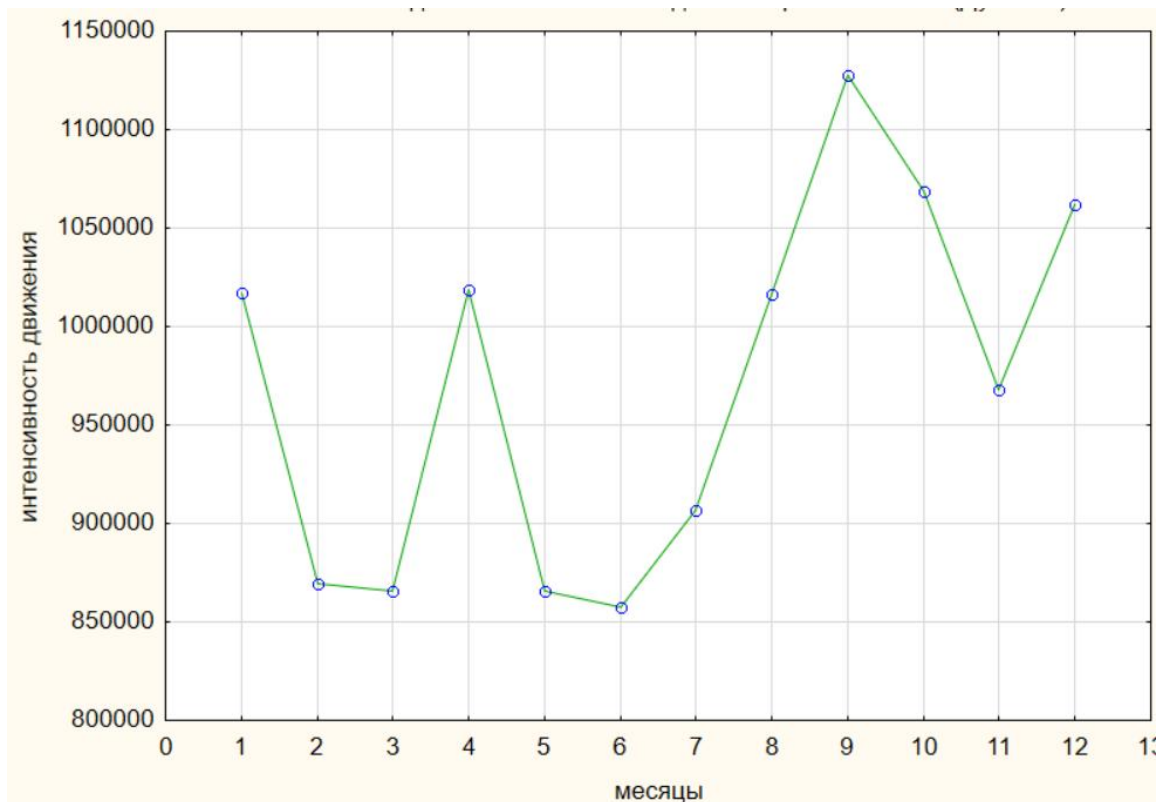


а)

Рисунок 33 – Интенсивность движения ТС по направлению № 1 Дубовое (начало)

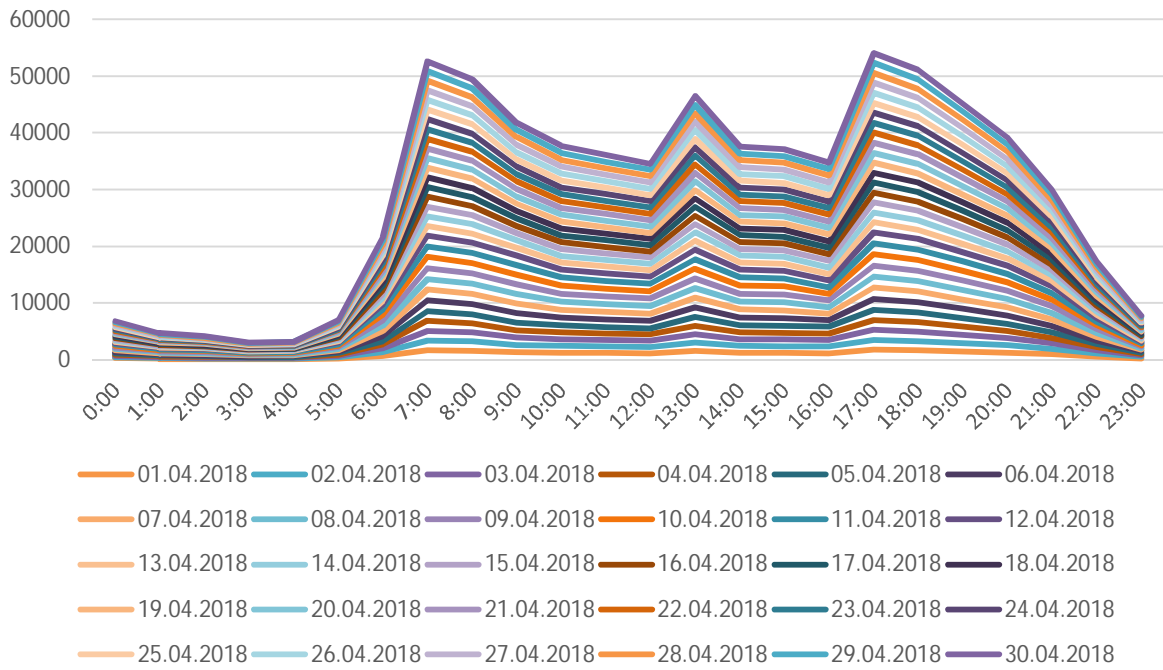


б)

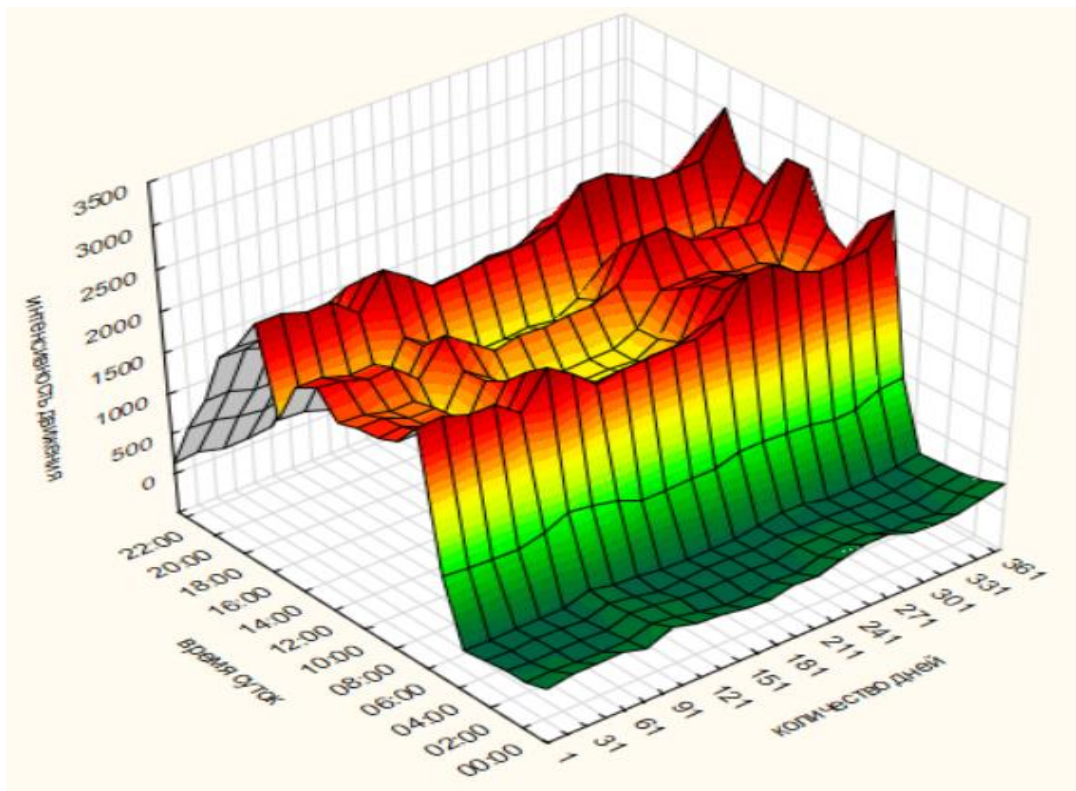


в)

Рисунок 33 – Интенсивность движения ТС по направлению № 1 Дубовое (продолжение)



г)



д)

Рисунок 33 – Интенсивность движения ТС по направлению № 1 Дубовое (окончание):
a – интенсивность движения ТП в утренний час пик; *б* – интенсивность движения ТП
 в вечерний час пик; *в* – сезонная интенсивность движения ТП; *г* – суточная
 интенсивность движения ТП; *д* – годовая интенсивность движения ТС

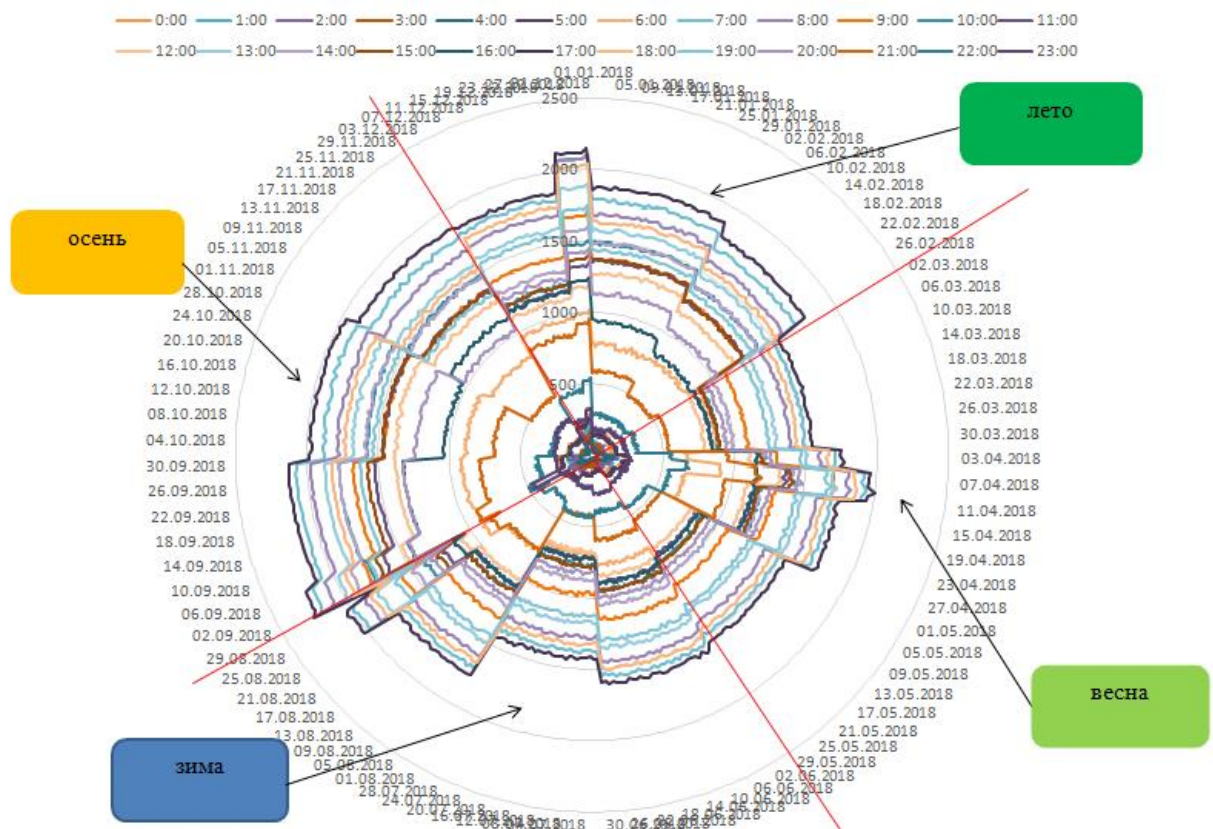


Рисунок 34 – Интенсивность движения ТП в течение 2018 г.
по направлению № 1 Дубовое

В результате проведенных исследований интенсивности движения ТП были выявлены месяцы с максимальной интенсивностью движения ТП и определен год с самым насыщенным движением, что позволило выявить аналитические зависимости, учитывая суточную и сезонную цикличность.

Таким образом, проведенные с 2018 по 2022 гг. экспериментальные исследования входных ТП из прилегающих НП в ядро Белгородской городской агломерации показали, что ежедневно образуются заторы, а именно, в утренние, обеденные и вечерние часы-пик. Интенсивность движения в течение года различна. За каждый сезон на всех участках были выявлены месяцы с максимальной интенсивностью движения ТП, что полностью соответствовало физическому смыслу занятости населения. Например, август был пиковым месяцем, так как именно в этот период времени многие возвращаются из отпусков, идет активная подготовка к школе и т.д.

Было установлено, что интенсивность движения ТП имеет циклический характер, зависит от времени года и времени суток.

Для осуществления оценки ДТС в Белгородской городской агломерации имеется необходимость в разработке математической модели, позволяющей спрогнозировать интенсивность движения ТП выработки дальнейших рекомендаций, оказывающих влияние на снижение аварийности.

2.2.2 Исследование интенсивности движения ТП на УДС в городской агломерации

Для полноценного изучения ДТС в городской агломерации следующим этапом было принято решение детально изучить особенности основных улиц города Белгорода. В результате были собраны данные о характеристиках движения ТП, об инфраструктуре, планировочном состоянии, технических средствах ОДД, наличии автобусных остановок, пешеходных переходов, количестве светофорных объектов и их типы и другое. На основании полученной информации была разработана база данных в программном продукте «1С» (рисунок 35).

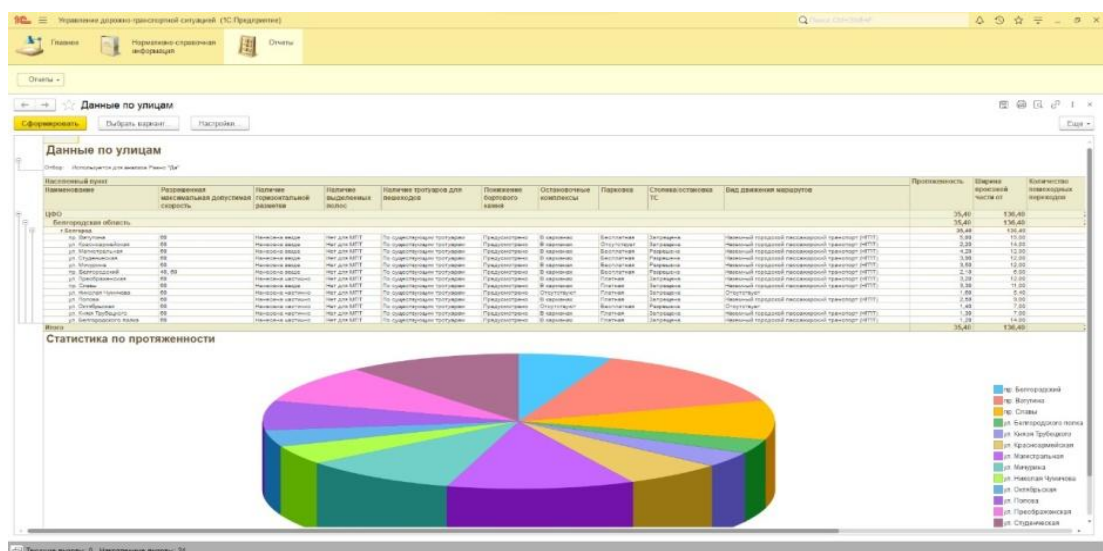


Рисунок 35 – Графическое отображение базы данных об инфраструктуре, характеристиках ТП, ОДД и показателях аварийности главных улиц города Белгорода
(начало)

Управление дорожно-транспортной ситуацией (ТС Предприятия)

Главное | Наглядно-справочная информация | Комбинированные операции | Отчеты

Отчеты -

Данные по ДТП

Сформировать | Выбрать вариант | Настроить

Год	Улица.Населенный пункт	Количество ДТП	Количество погибших	Количество раненых
2 017	ЦФО	33	8	263
	Белгородская область	33	8	263
	г. Белгород	33	8	263
	б-р Юности	1		2
	Народный б-р	1		9
	пр. Белгородский	1	1	9
	пр. Ватулина	1	1	54
	пр. Гражданской	1		1
	пр. Славы	1		9
	Светло-Троицкий б-р	1		
	ул. 3 Августа	1		
	ул. Белгородского парка	1		55
	ул. Буденного	1		3
	ул. Восточная / ул. Катанова	1		
	ул. Волчанская	1	1	27
	ул. Губкина	1	1	59
	ул. Есенина	1		3
	ул. Железнякова	1		
	ул. Киндя Трубицкого	1		
	ул. Кирова	1	1	50
	ул. Корчанская	1		4
	ул. Костюкова	1		50
	ул. Красноармейская	1	1	50
	ул. Магистральная	1		2
	ул. Михайловское шоссе	1		53
	ул. Мичуринка	1		50
	ул. Николая Кудряшова	1		50
	ул. Октябрьский	1		
	ул. Победы	1		6
	ул. Попова	1		6
	ул. Преображенское	1		1
	ул. Пушкина	1		4
	ул. Садовая	1		1
	ул. Студенческая	1		50
	ул. Щорса	1	1	20
	ул. Эрдмана Хмельницкого	1	1	54
2 018	ЦФО	33	6	212
	Белгородская область	33	6	212
	г. Белгород	33	6	212

Текущие вызовы: 0 | Накопленные вызовы: 19

Главное | Наглядно-справочная информация | Комбинированные операции | Отчеты

Отчеты -

Данные по дорожным знакам

Сформировать | Выбрать вариант | Настроить

Улица.Населенный пункт	Дорожный знак	Количество
ЦФО		2 281
Белгородская область		2 281
г. Белгород		2 281
пр. Белгородский		140
пр. Ватулина		155
пр. Славы		436
5.15 Место остановки автобуса и (или) троллейбуса		10
4.1.2 Движение направо		1
4.1.4 Движение право или направо		1
3.4 Движение грузовых автомобилей запрещено		3
6.10.1 Указатель направления		17
3.1 Пешеходная дорожка		16
5.15.2 Направление движения для грузовых автомобилей		2
5. Дорога с односторонним движением		13
5.7.2 Выезд на дорогу с односторонним движением		29
5.19.1 Пешеходный переход		41
3.1 Выезд запрещен		19
2.4 Уступи дорогу		11
5.15.4 Начало полосы		1
8.24 Работает эвакуатор		18
3.27 Остановка запрещена		46
8.6.1 Способ остановки транспортного средства на стоянке		5
5.19.2 Пешеходный переход		34
8.3.1 Направление действия		1
3.18.1 Поворот направо запрещен		1
8.2.4 Информирует водителей о нахождении их в зоне действия знаков 3.27, 3.28, 3.29 и 3.30		3
8.17 Изнашивы		11
8.5.6 Прямо действия		20
8.5.5 Способ остановки транспортного средства на стоянке		2
8.23 Фото- и видеофиксация		17
7.5 Госномер или моторы		1
5.27 Зона с ограничением стоянки		1
3.2 Движение запрещено		4
8.6 Платные услуги		27
5.15.2 Направления движения по полосам		14
4.1.1 Движение прямо		1
6.4 Парковка		43
8.2.3 Указывает конец зоны действия знаков 3.27, 3.28, 3.29 и 3.30		2
8.2.1 Указывает протяженность опасного участка дороги, обозначенного предупреждающими знаками, или точек действия предупреждающих знаков, в виде знака 5		3

Текущие вызовы: 0 | Накопленные вызовы: 26

Рисунок 35 – Графическое отображение базы данных об инфраструктуре, характеристиках ТП, ОДД и показателях аварийности главных улиц города Белгорода (продолжение)

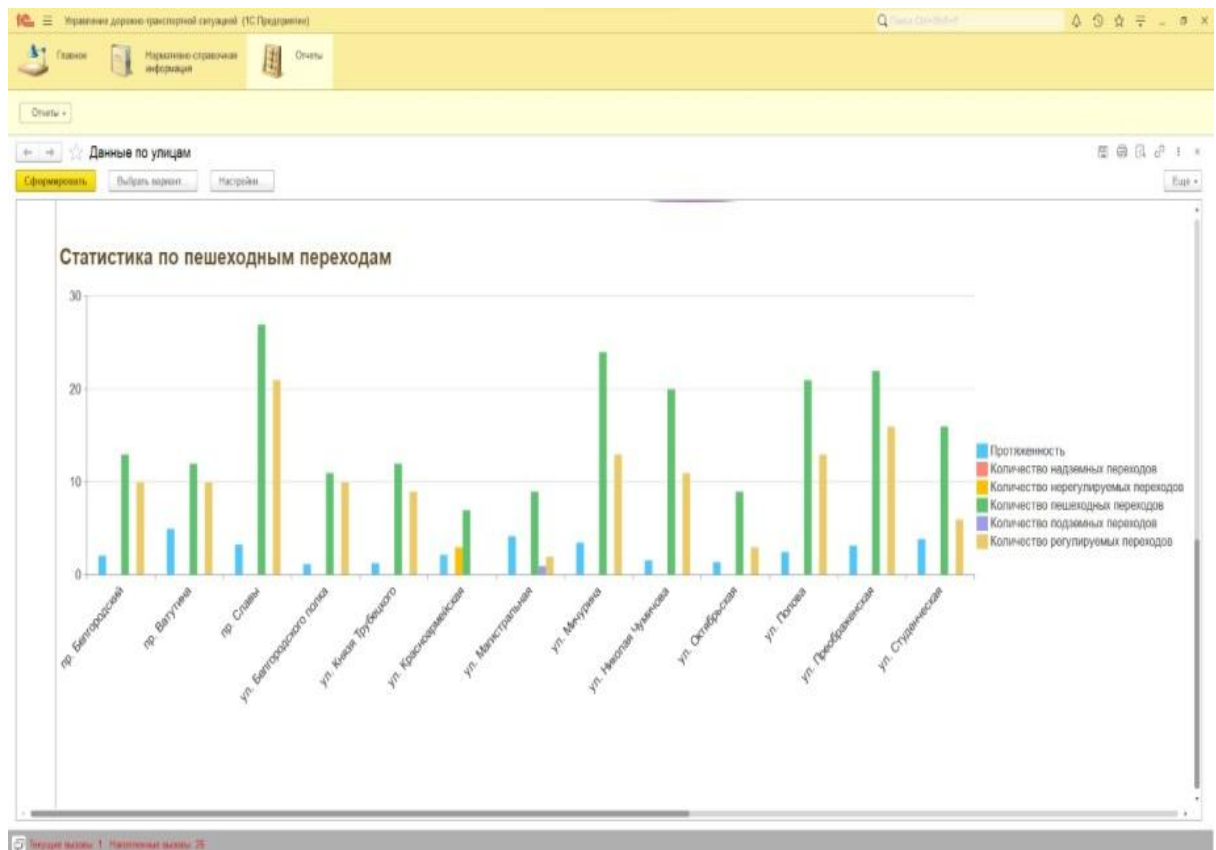


Рисунок 35 – Графическое отображение базы данных об инфраструктуре, характеристиках ТП, ОДД и показателях аварийности главных улиц города Белгорода (окончание)

Изучение основных улиц города Белгорода позволило создать базу данных, которая включает в себя следующую информацию: наличие или отсутствие дорожной разметки, дорожных знаков, автобусных остановках, видов пешеходных переходов, состава ТП, наличие камер фото и видео фиксации, состав пассажирского транспорта, наличие заездных карманов на автобусных остановка, наличие пешеходных дорожек и тротуаров, велосипедных дорожек, наличие парковочных мест и многое другое. Данная информация о составе ТП, о произошедших ДТП, наличии ТСОДД, автобусных остановок, наличие неудовлетворительного состояния дорожной одежды и многое другое дает возможность при совершении ДТП, провести анализ причин его возникновения. База данных должна регулярно обновляться. Данные по интенсивности движения ТС и скорости движения ТС представлены на рисунках 36-37.

2.2.3 Определение коэффициента загрузки движением на исследуемой территории Белгородской городской агломерации

Пропускная способность дороги – максимальные значения транспортных средств, которые могут проехать за единицу времени через сечение дороги. Произвести расчет данной транспортной характеристики можно с помощью формулы (9):

$$P_n = \frac{1000 \cdot V_a}{L_d}, \quad (9)$$

где V_a – скорость автомобиля, км/ч; L_d – динамический габарит, м.

$$L_d = l_a + V_a + 0,03V_a^2 + 1, \quad (10)$$

где V_a – скорость автомобиля, м/с, l_a – длина автомобиля, м.

Пропускная способность дороги для автомобилей, движущихся со скоростью 60 км/ч, равна:

$$P_n = \frac{1000 \cdot 60}{30,07} = 1995,3.$$

В соответствии с формулами [46, 150] рассчитаны значения пропускной способности для максимальных значений интенсивности в 07:00 ч – 2720 авт/ч; 17:00 ч – 2890 авт/ч; 18:00 ч – 2746 авт/ч при разных скоростях 20, 40, 60, 80 км/ч.

На уровень загрузки движения непосредственное влияние оказывает пропускная способность дороги.

Пример расчёта пропускной способности в 07:00 ч утра при скорости 20 км/ч представлен ниже для дальнейшего определения коэффициента загрузки движением.

$$L_d = 5 + 5,6 + 0,03 \cdot 5,6^2 + 0,01 = 11,55,$$

$$P_n = \frac{1000 \cdot 20}{11,55} = 1731,6,$$

$$Z = \frac{2720}{1731,6} = 1,57.$$

Результаты, полученные в процессе вычисления пропускной способности дороги, а также коэффициентов уровня загрузки при разных скоростях и максимальных значениях интенсивности движения ТС, отображены в таблице 7.

Таблица 7 – Значения коэффициентов уровня загрузки при разных скоростях и максимальных значениях интенсивности движения ТП

Скорость		Искомые параметры						
км/ч	м/с	Динамический габарит, м	Пропускная способность, авто/ч	Коэффициент уровня загрузки				
				7:00	8:00	13:00	17:00	18:00
31.12.2021								
20	5,6	11,5508	1731,4818	1,5709	1,5467	1,5582	1,6691	1,5859
40	11,1	19,8063	2019,5594	1,3468	1,3260	1,3359	1,4310	1,3597
60	16,7	30,0767	1994,8997	1,3635	1,3424	1,3524	1,4487	1,3765
80	22,2	41,9952	1904,9796	1,4278	1,4058	1,4163	1,5171	1,4415
09.04.2021								
Скорость		Искомые параметры						
км/ч	м/с	Динамический габарит, м	Пропускная способность, авто/ч	Коэффициент уровня загрузки				
				7:00	8:00	13:00	17:00	18:00
20	5,6	11,5508	1731,4818	1,5467	1,4866	1,4375	1,5651	1,5316
40	11,1	19,8063	2019,5594	1,3260	1,2745	1,2324	1,3419	1,3132
60	16,7	30,0767	1994,8997	1,3424	1,2903	1,2477	1,3585	1,3294
80	22,2	41,9952	1904,9796	1,4058	1,3512	1,3066	1,4226	1,3921
29.08.2021								
Скорость		Искомые параметры						
км/ч	м/с	Динамический габарит, м	Пропускная способность, авто/ч	Коэффициент уровня загрузки				
				7:00	8:00	13:00	17:00	18:00
20	5,6	11,5508	1731,4818	1,5074	1,4525	1,3861	1,5536	1,4554
40	11,1	19,8063	2019,5594	1,2924	1,2453	1,1884	1,3320	1,2478
60	16,7	30,0767	1994,8997	1,3083	1,2607	1,2031	1,3484	1,2632
80	22,2	41,9952	1904,9796	1,3701	1,3202	1,2599	1,4121	1,3228

01.09.2021								
Скорость		Искомые параметры						
		Динамический габарит, м	Пропускная способность, авто/ч	Коэффициент уровня загрузки				
км/ч	м/с			7:00	8:00	13:00	17:00	18:00
20	5,6	11,5508	1731,4818	1,6344	1,6056	1,5016	1,6749	1,6171
40	11,1	19,8063	2019,5594	1,4013	1,3765	1,2874	1,4360	1,3864
60	16,7	30,0767	1994,8997	1,4186	1,3936	1,3033	1,4537	1,4036
80	22,2	41,9952	1904,9796	1,4856	1,4593	1,3648	1,5223	1,4698

Для оценки загруженности дороги используется коэффициент Z , равный отношению существующей интенсивности движения N к пропускной способности P_n . Этот коэффициент также называют уровнем загрузки дороги (полосы) ТП. Для этого воспользуемся формулой (11):

$$Z = \frac{N}{P}. \quad (11)$$

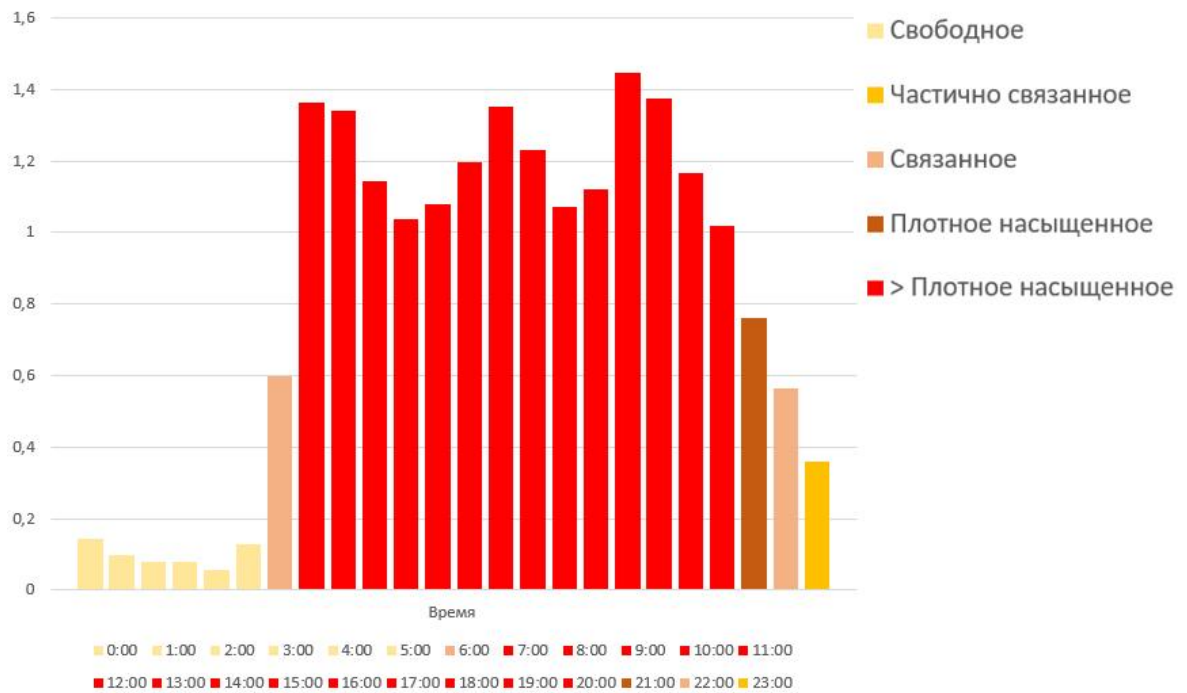
Согласно формуле, произведен расчет уровня загрузки движением исходя из данных интенсивности ТП с максимально загруженным днем в зимний период в направлении № 1 Дубовое в Белгородской городской агломерации, где интенсивность движения ТП в 00:00 ч. равна 287 авт/ч.

$$Z = \frac{287}{1995,3} = 0,14.$$

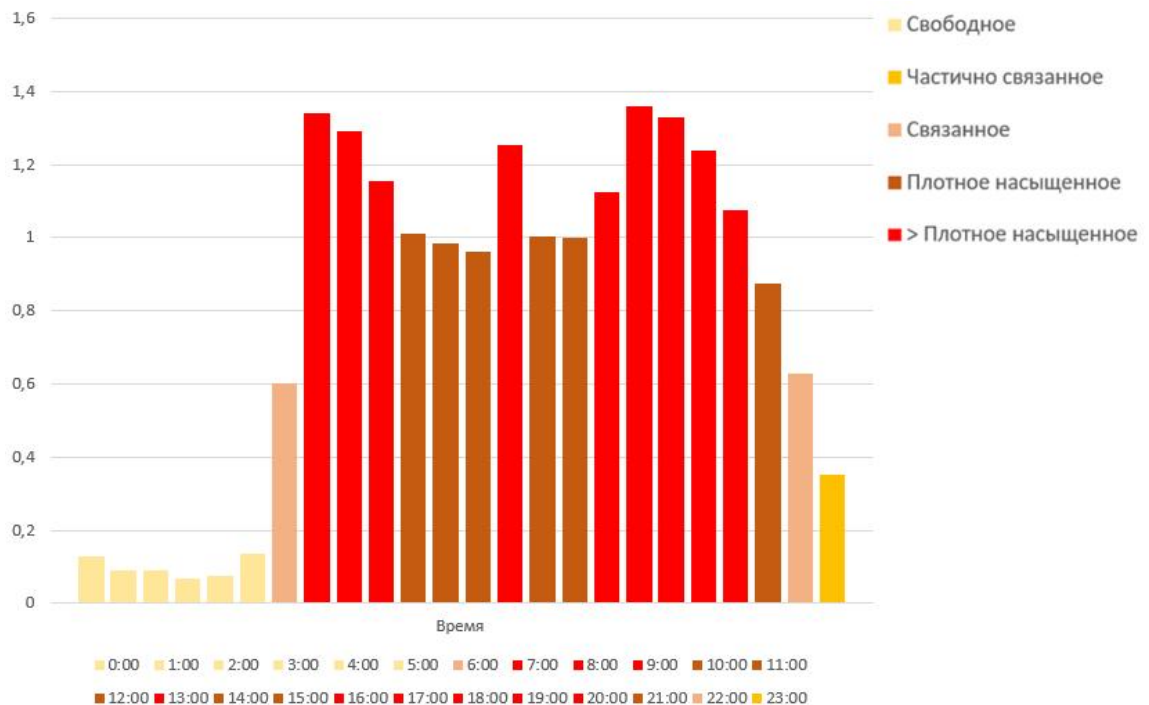
Далее представлена гистограмма (рисунок 38) при значении пропускной способности дороги 1995,3 авт/ч.

Исходя из представленной гистограммы (рисунок 38, таблица 7) можно сделать вывод, что в период с 00:00 ч до 05:00 ч уровень удобства движения является свободным $Z < 0,2$, в 06:00 ч и 22:00 ч связанное движение в потоке, большие интервалы между автомобилями, обгоны затруднены $Z = 0,45 - 0,70$. В 21:00 ч плотное насыщенное движение автомобилей с малыми скоростями $Z = 0,70 - 1,0$, в 23:00 ч движение ТС частично связанное, где совершается много

обгонов $Z=0,2-0,45$. На данной гистограмме видно, что в период с 07:00 ч до 20:00 ч не соответствует коэффициенту загрузки при скорости 60 км/ч.

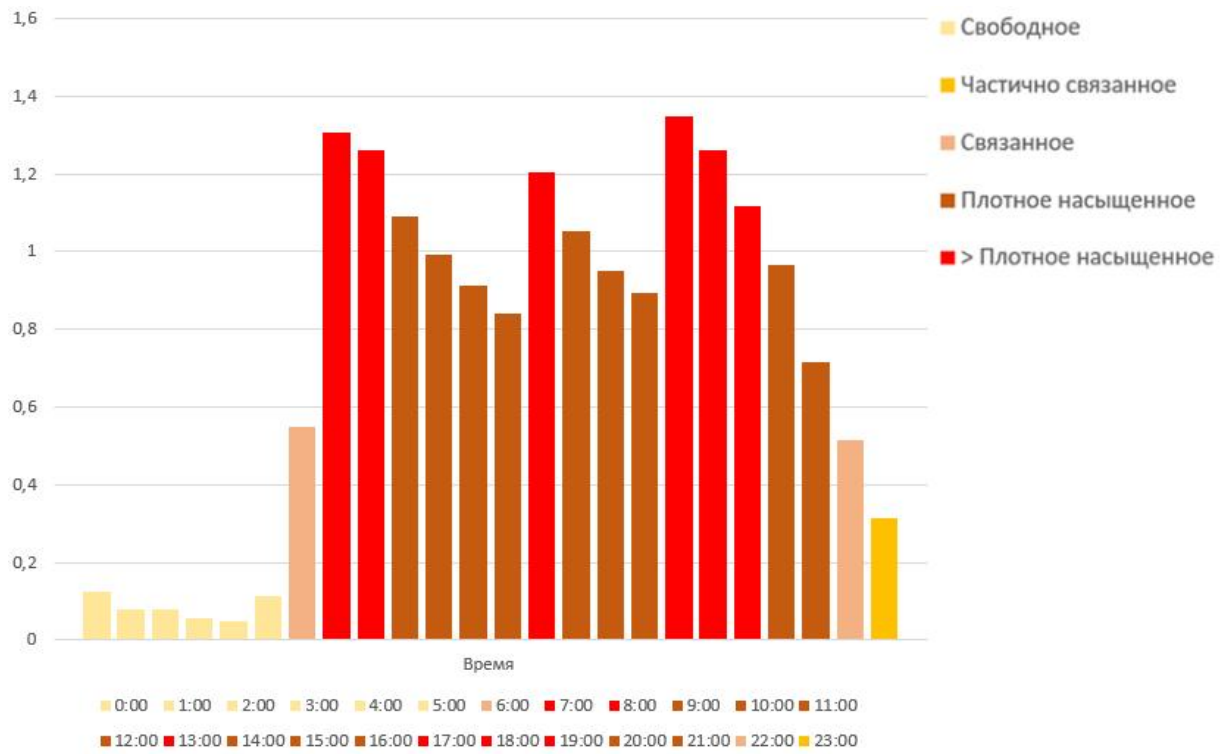


а)

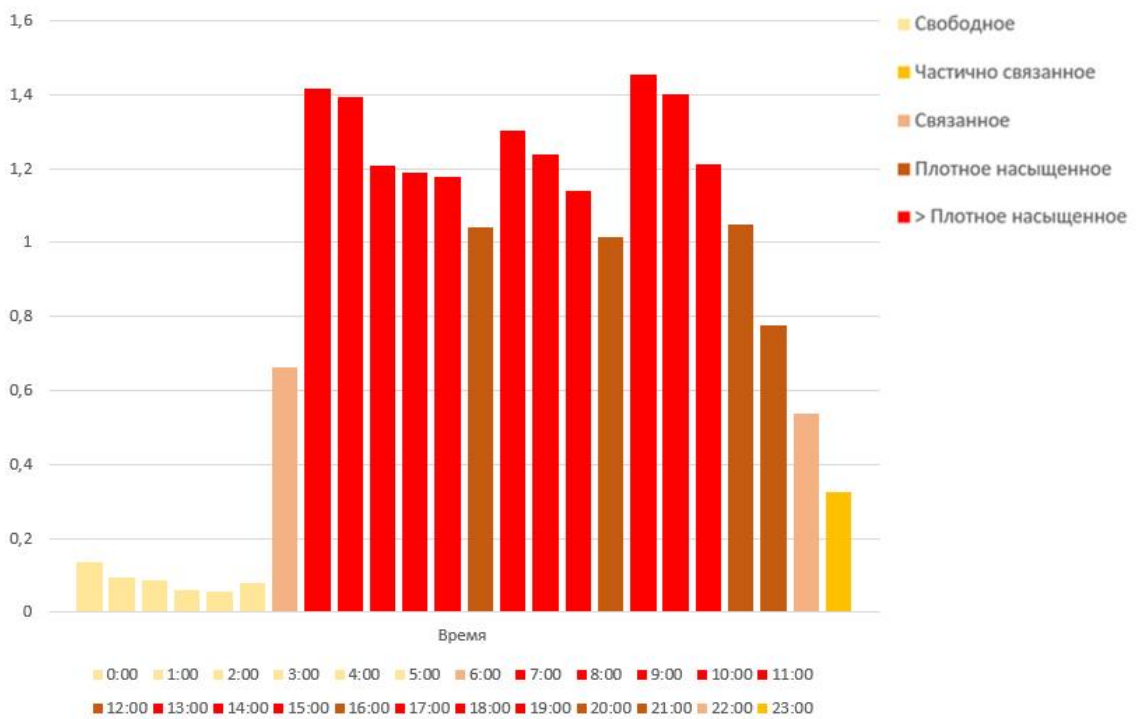


б)

Рисунок 38 - Гистограммы коэффициента загрузки движением в период (начало)



в)



г)

Рисунок 38 - Гистограммы коэффициента загрузки движением в период (окончание):

a - зимний день; *б* - весенний день; *в* - летний день; *г* - осенний день

Далее рассмотрен пиковый летний день 29.08.2021, приведенный на рисунке 38, а, и рассчитан динамический габарит, пропускная способность дороги и коэффициент загрузки движением с помощью формул (9), (10), (11).

$$L_d = 5 + 16,7 + 0,03 \cdot 16,7^2 + 0,01 = 30,07,$$

$$P_n = \frac{1000 \cdot 60}{30,07} = 1995,3.$$

Исходя из данных интенсивности пикового дня рассчитаем уровень загруженности дороги в 00:00 ч, где интенсивность движения ТП равна 246 авт/ч

$$Z = \frac{246}{1995,3} = 0,12.$$

Используя полученное значение, составим гистограмму (рисунок 38) при пропускной способности 1995,3 авт/ч.

Исходя из гистограммы (рисунок 38, б, таблица 7) можно сделать вывод, что в период с 00:00 ч до 05:00 ч уровень удобства движения свободный $Z < 0,2$, в 06:00 ч и в 22:00 ч связанное движение в потоке, большие интервалы между автомобилями, обгоны затруднены $Z = 0,45 - 0,70$. С 09:00 ч до 12:00 ч, с 14:00 ч до 15:00 ч и с 20:00 ч до 21:00 ч плотное насыщенное движение автомобилей с малыми скоростями $Z = 0,70 - 1,0$, в 23:00 ч движение ТС частично связанное, где совершается много обгонов $Z = 0,2 - 0,45$. На данной гистограмме видно, что в период с 07:00 ч до 08:00 ч, в 13:00 ч. и с 17:00 ч до 19:00 ч не соответствует коэффициенту загруженности при скорости 60 км/ч.

Согласно рисунку 38, в, в осенний период пиковым днем являлся 01.09.2020 г. рассчитан динамический габарит, пропускная способность дороги и коэффициент загрузки движением с помощью формул (9-11).

$$L_d = 5 + 16,7 + 0,03 \cdot 16,7^2 + 0,01 = 30,07,$$

$$P_n = \frac{1000 \cdot 60}{30,07} = 1995,3.$$

Исходя из данных интенсивности пикового дня в осенний период, рассчитаем уровень загруженности дороги в 00:00 ч., где интенсивность движения ТП равна 269 авт/ч.

$$Z = \frac{269}{1995,3} = 0,13.$$

Используя полученное значение, составим гистограмму при пропускной способности 1995,3 авт/ч.

Исходя из гистограммы (рисунок 38-г, таблица 7) можно сделать вывод, что в период с 0:00 до 5:00 часов уровень удобства движения свободное $Z < 0,2$, в 6:00 ч. и в 22:00 ч. связанное движение в потоке, большие интервалы между автомобилями, обгоны затруднены $Z = 0,45 - 0,70$. В 12:00 ч., 16:00 ч. и с 20:00 ч. до 21:00 ч. плотное насыщенное движение автомобилей с малыми скоростями $Z = 0,70 - 1,0$, в 23:00 ч. движение ТП частично связанное, где совершается много обгонов $Z = 0,2 - 0,45$. На данной гистограмме видно, что в период с 7:00 ч. до 11:00 ч., с 13:00 ч. до 15:00 ч. и с 17:00 ч. до 19:00 ч. не соответствует коэффициенту загрузки при скорости 60 км/ч.



Рисунок 39 – Значение коэффициента загрузки движением по основным улицам города Белгорода

Таким образом, можно сделать вывод, что необходимо уделить значительное внимание въездным потокам в утреннее время и выездным потокам, соответственно, в вечернее время, так как основная масса людей движется с частных секторов и спальных районов в различные части г. Белгород по собственным нуждам, что способствует возникновению заторов и высокой интенсивности автомобилей. Во избежание этого в области ОДД применено множество мероприятий за последние годы, чтобы решить данную проблему.

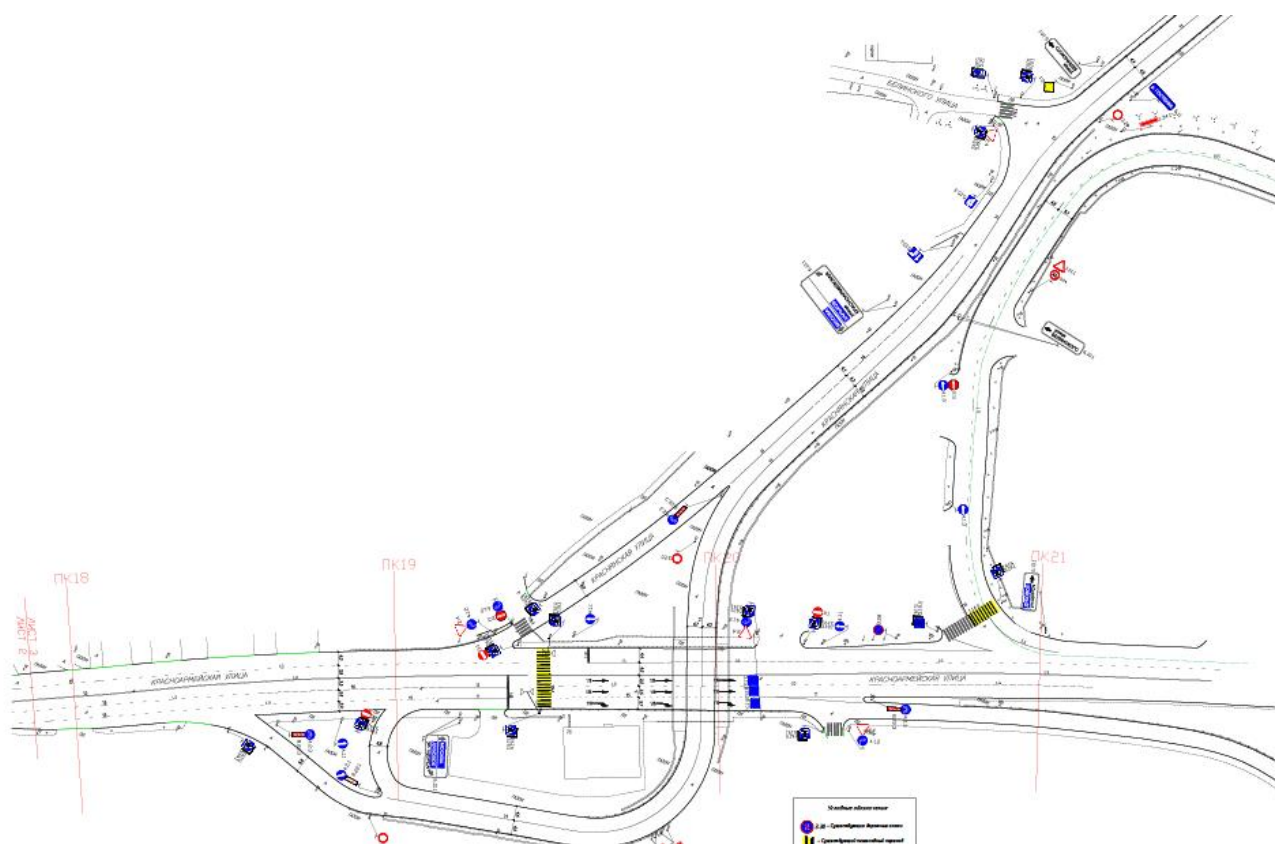


Рисунок 40 – Пример геометрической схемы улицы, расположенной на территории ядра Белгородской городской агломерации (ул. Красноармейская)

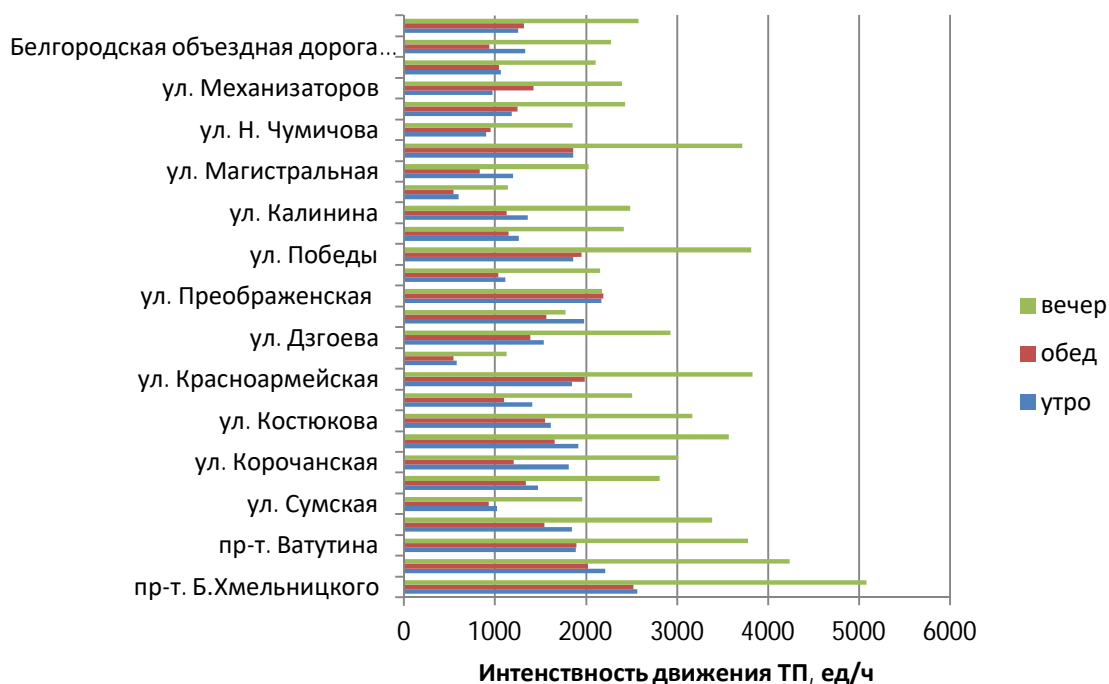


Рисунок 41 – Интенсивность движения ТП в часы пик по магистральным улицам общегородского значения города Белгорода

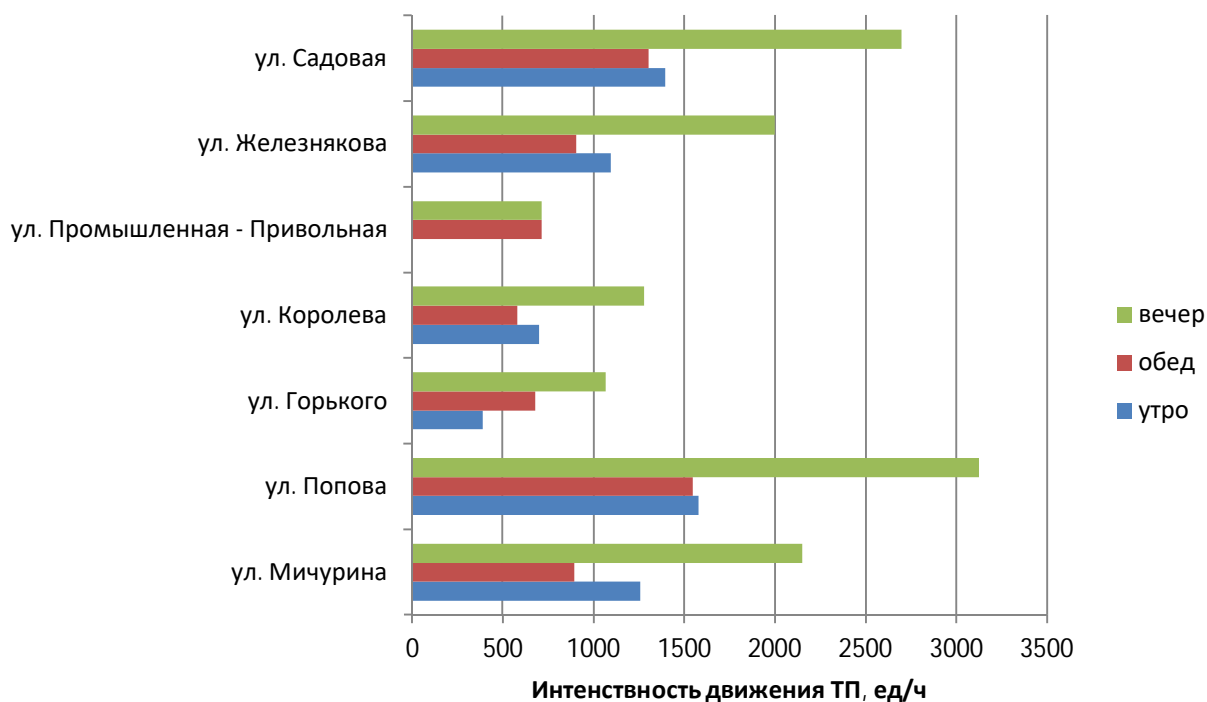


Рисунок 42 – Интенсивность движения ТП в часы пик по магистральным улицам районного значения города Белгорода

Результаты исследования основных улиц города Белгорода на предмет загруженности пассажирским транспортом представлены в [197].

Таким образом, результаты исследований позволили выявить на каждой рассмотренной улице временной интервал с максимальной интенсивностью движения ТП, рассчитать уровень загрузки движением, определить скорость движения ТП, выявить наиболее загруженные участки пассажирским транспортом и другое, что в свою очередь позволяет определить недостаточно развитые и хорошо функционирующие места УДС.

2.3 Анализ циклов интенсивности движения ТП при сезонных изменениях на въездных участках УДС в городскую агломерацию

В связи с отстающим развитием транспортной инфраструктуры из-за быстрого темпа роста интенсивности движения ТП возникают негативные последствия. При падении уровня БДД возникают существенные проблемы. В условиях напряженного состояния УДС передвижения ПП и ТП становится ненадежным и не безопасным. Это связано с разрастающимися населенными пунктами вокруг города, что приводит к резкому росту количества ТС, передвигающихся в ядро городской агломерации.

В области ОДД как в теоретической, так и в практической части существует большое количество различных представлений об агломерациях, но нет точной оценки ДТС, способствующей выработке мероприятий для дальнейшей ОДД и эффективного управления движением ТП. В существующих моделях [165], рассматривающих движение ТС в часы повышенной активности движения водителей, имеются недостатки, которые тяжело применять, управляя ТП в городской местности. Все присутствующие сложности еще раз указывают на актуальность выбранной тематики и говорят о необходимости проведения исследований.

Интенсивность движения ТП имеет циклический характер, поэтому на УДС городов регулярно возникают заторы, из-за чего и происходит перерасход

топлива, ухудшается экология и возрастает вероятность возникновения ДТП. Из-за дефицита земельных участков сегодняшняя ситуация на дорогах не позволяет производить уширение проезжей части, так как застройка городской агломерации близко расположена к дороге. Поэтому не представляется возможным реализовать практические задачи с целью увеличения ширины проезжей части. В сложившейся ситуации, чтобы предложить оптимальное решение, необходимо детально изучить ДТС в городской агломерации. В данной работе проведены экспериментальные исследования по направлениям, связывающим непосредственно сельские поселения с городом Белгородом, результаты которых представлены в приложении Г. В течение четырех лет на шести въездных участках в ядро Белгородской городской агломерации были изучены характеристики ТП, в частности особое внимание было уделено интенсивности движения ТП за каждый час суток.

Процесс движения ТП в течение суток имеет циклический характер с ярко выраженными часами пик. Следовательно, указанный процесс поведения въездных потоков в городскую агломерацию имеет среднесуточный и сезонный факторы.

В результате проведенного анализа интенсивности движения ТП за рассматриваемое непрерывное время суток и прогнозных значений было решено применить методы интерполяции и экстраполяции математического ожидания тренда $m_y(t)$. Результаты, полученные в ходе проведенного эксперимента, аппроксимированы с помощью операции сглаживания [166, 167] и представлены в приложении Б. С практической точки зрения был применен метод построения тренда для операции сглаживания. По формулам (12) [166] проведена операция сглаживания полученных значений:

$$\begin{cases} \tilde{y}_i = \frac{1}{3}(y_{i-1} + y_i + y_{i+1}), \\ \tilde{y}_0 = \frac{1}{6}(5y_0 + 2y_1 + y_2), \\ \tilde{y}_i = \frac{1}{6}(-y_{n-2} + 2y_{n-1} + 5y_n), \end{cases} \quad (12)$$

где \tilde{y}_i – сглаженные значения.

Решение такого рода задач осуществляется с помощью метода наименьших квадратов. Данный метод позволяет определить верный выбор числовых параметров при существующей зависимости $y = j(x)$. При построении кривой, отражающей данные интенсивности движения ТС, обработанных в результате проведенного эксперимента, имелась возможность с высокой точностью показать значения интенсивности ТС при условии того, что сумма квадратов полученных значений, не входящих в кривую минимальна.

Преимущества, а именно, простота определения параметров a, b, c , и с точки зрения вероятности, допущение теоретического обоснования [167] позволяет выявить метод наименьших квадратов, широко используемый в математической статистике.

Случайный процесс в ходе первого приближения описан с помощью функции линейной зависимости в отношении к t , следовательно, $\tilde{y}(t) = a_0 + a_1 \cdot t$, где a_0 и a_1 оценки, полученные из выражения (13)

$$\sum_{i=0}^n (y_i - \tilde{y}_i)^2 = \min, \quad (13)$$

где $\tilde{y}_i(t)$ – сглаженные результаты при расчете функции, вычисленные из математического выражения (12) при t_i ($i = 0, 1, \dots, n$).

Результаты, полученные из формулы (12), подставлены в формулу (13) для проведения следующих математических операций.

На рисунках 69-71 отражены графики линейных трендов, значения которых определены в ходе проведения эксперимента и выглядят следующим образом:

для суточной интенсивности движения ТС:

$$\tilde{y}(t) = 980801,7 + 149,39 \cdot t;$$

для дневной интенсивности движения ТС с 07.00 ч до 18.00 ч:

$$\tilde{y}(t) = 763758,4 + 23,52 \cdot t;$$

для ночной интенсивности движения ТС с 19.00 ч до 06.00 ч:

$$\tilde{y}(t) = 217043,32 + 125,869 \cdot t.$$

Как показала практика, существует явное присутствие гармонической составляющей тригонометрического ряда, имеющей определенную частоту. Данное состояние нельзя отнести к случайным процессам регрессионного анализа. Точки наблюдения позволили рассчитать значения тригонометрических систем уравнений, в ходе которых было получено аналитическое выражение тренда [166].

Полученная функция выглядит следующим образом [168, 169]:

$$\omega_1(t) = t - \frac{n}{2} + \sum_{k=1}^p \cos \frac{2\pi kt}{n+1} - \frac{2}{n+1} \sum_{k=1}^p \left(\sum_{t=0}^n \sin \frac{2\pi kt}{n+1} \right) \sin \frac{2\pi kt}{n+1}, \quad (14)$$

После выявленной закономерности проведенного анализа интенсивности движения ТП, входящих в город из НП, имеется необходимость введения функции (14). В связи с тем, что начальные и конечные результаты не совпадают, то применение только тригонометрических функций невозможно.

В научных трудах [170, 171] использование тригонометрических уравнений для методов прикладного математического анализа неэффективно. Поэтому введение функции (14) верно и, не доставляет определенных сложностей и позволяет решить поставленную задачу.

По формуле определено аналитическое выражение:

$$m_y(t) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^p \left(\alpha_k \cdot \cos \frac{2\pi kt}{n+1} + \beta_k \cdot \sin \frac{2\pi kt}{n+1} \right) + \mu \omega_1(t), \quad (15)$$

где коэффициенты a_k , b_k , m определяются по следующим формулам [170, 171]:

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= \frac{1}{n+1} \sum_{i=0}^n y_i; \alpha_k = \frac{2}{n+1} \sum_{i=0}^n y_i \cdot \cos \frac{2\pi ki}{n+1}; \\ \beta_k &= \frac{2}{n+1} \sum_{i=0}^n y_i \cdot \sin \frac{2\pi ki}{n+1}; \mu = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \omega_1(i)}{\sum_{i=0}^n \omega_1^2(i)}. \end{aligned} \quad (16)$$

Значения полученных функций применены в математических выражениях (16), в которых помимо фиксированных значений y_i , имеются результаты

функций, полученных в точках наблюдения. Функция, полученная в точках наблюдения, является базовой для аналитического приближения тренда.

В выражении (16) использованы сглаженные результаты полученного временного ряда.

Полученные значения функции $\omega_1(t)$, из выражения (14), а также данные, внесенные в таблицу 3 при $p=3$, записаны данным образом:

$$\begin{aligned} \omega_1(t) = & t - 29,5 + \cos \frac{2\pi t}{60} + \cos \frac{4\pi t}{60} + \cos \frac{6\pi t}{60} - 0,00005 \sin \frac{2\pi t}{60} \\ & - 0,00011 \sin \frac{4\pi t}{60} - 0,000164 \sin \frac{6\pi t}{60} \end{aligned} \quad (17)$$

Определение временных рядов было осуществлено исходя из математических операций, рассчитываемых согласно выражениям (14), (15), (16). Ниже показаны математические выражения, определяющие временные ряды, исходя из формул (18) - (20).

Для суточной интенсивности движения ТС:

$$\begin{aligned} m_y(t) = & 985569 - 141,785t - 1182,487 \cos \frac{2\pi t}{60} - \\ & - 2950,7 \cos \frac{4\pi t}{60} - 587,36 \cos \frac{6\pi t}{60} + 1878,66 \sin \frac{2\pi t}{60} - \\ & 1067,81 \sin \frac{4\pi t}{60} + 1053,84 \sin \frac{6\pi t}{60}; \end{aligned} \quad (18)$$

для дневной интенсивности движения ТС с 07:00 ч до 18:00 ч:

$$\begin{aligned} m_y(t) = & 764737 - 102,972t - 1367,918 \cos \frac{2\pi t}{60} - \\ & - 2725,1 \cos \frac{4\pi t}{60} - 299,7 \cos \frac{6\pi t}{60} + 3073,87 \sin \frac{2\pi t}{60} - \\ & - 425,998 \sin \frac{4\pi t}{60} + 01463,15 \sin \frac{6\pi t}{60}; \end{aligned} \quad (19)$$

для ночной интенсивности движения ТС с 19:00 ч до 06:00 ч:

$$\begin{aligned} m_y(t) = & 220831,3 - 37,409t - 185,431 \cos \frac{2\pi t}{60} - \\ & - 225,614 \cos \frac{4\pi t}{60} - 287,66 \cos \frac{6\pi t}{60} - 1195,22 \sin \frac{2\pi t}{60} - \\ & - 641,8123 \sin \frac{4\pi t}{60} - 409,301 \sin \frac{6\pi t}{60}. \end{aligned} \quad (20)$$

В большей степени изменение интенсивности движения ТП, пребывающего в ядро городской агломерации, зависит от времени суток [172, 173]. По полученным результатам были построены графики (рисунок 43-45).

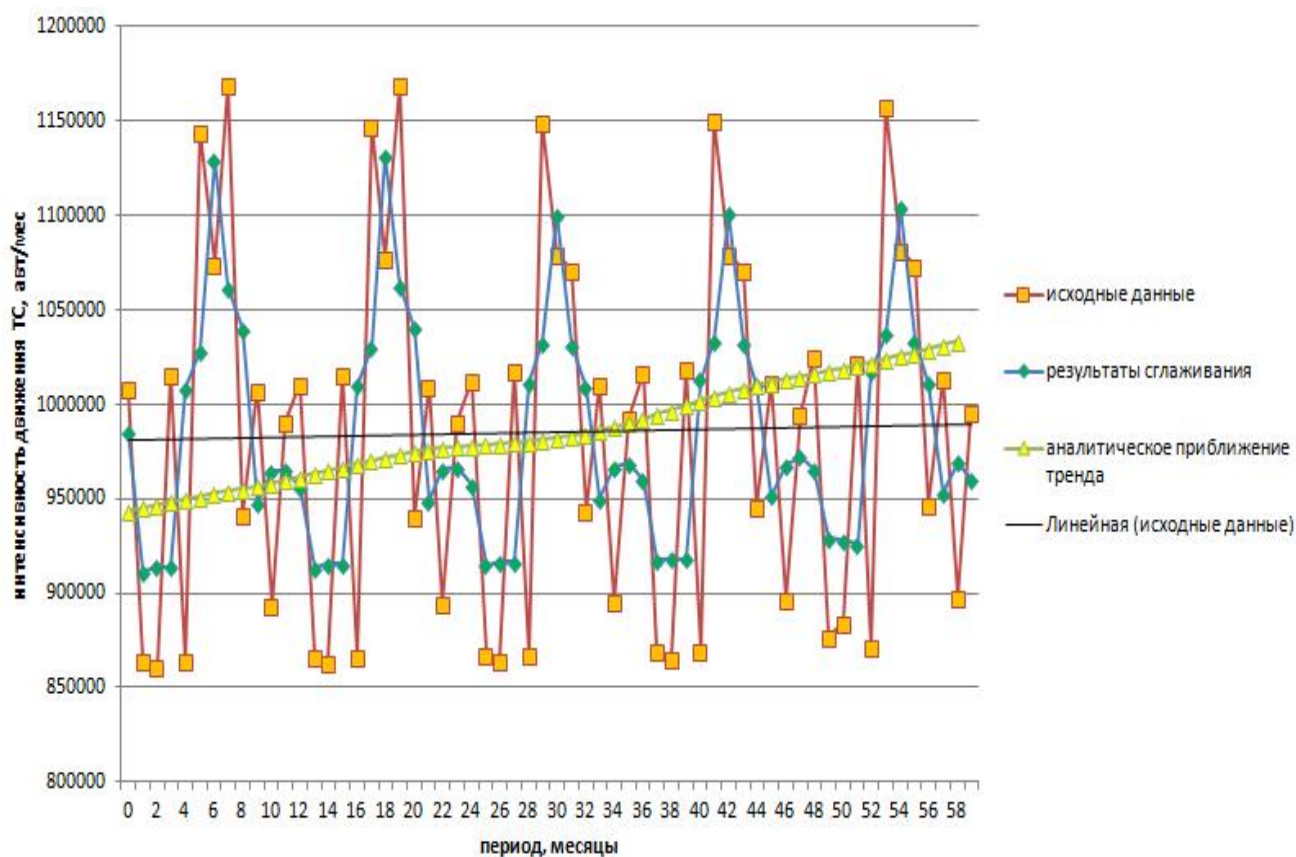


Рисунок 43 – Суточная интенсивность движения ТС

Вторые слагаемые в формулах (18) - (20) показывают, что происходит изменение интенсивности движения ТС в течение периода сбора данных на дорогах Белгородской городской агломерации, въезжающих в границы ядра агломерации, т. е. города Белгорода и создающих очереди перед регулируемые пересечениями. Некоторую закономерность небольшого количества ТС за единицу времени, образующих дорожные заторы, представляет коэффициент при t со знаком «минус».

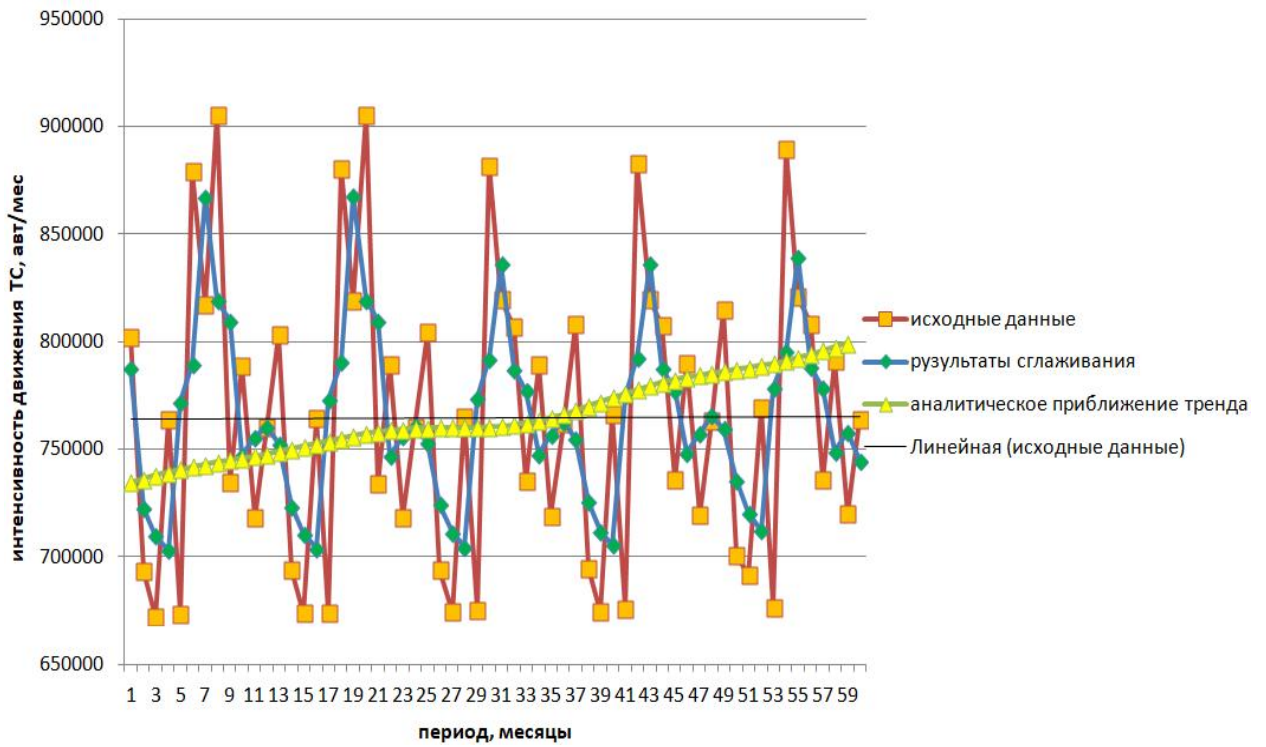


Рисунок 44 – Дневная интенсивность движения ТС с 07:00 ч. до 18:00 ч.

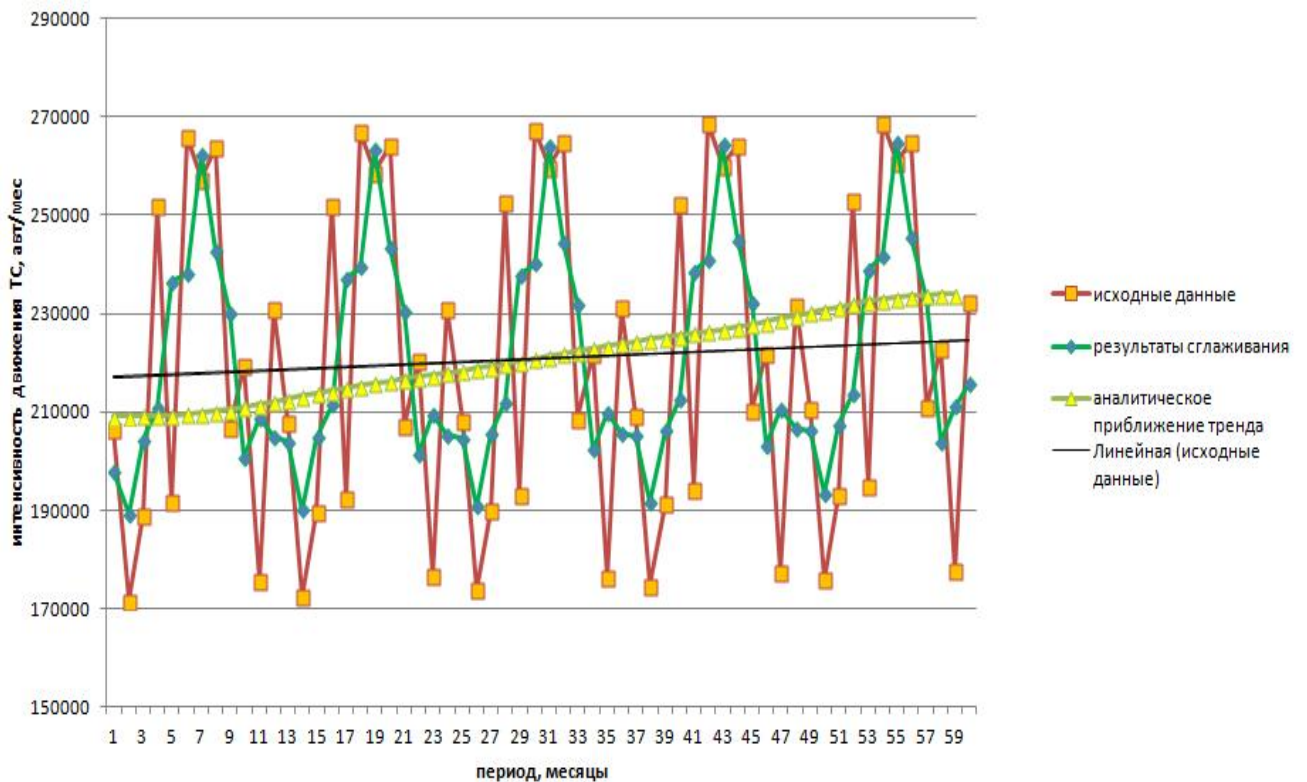


Рисунок 45 – Ночная интенсивность движения ТС с 19:00 ч до 06:00 ч

Проверка тренда интенсивности движения ТП была определена с помощью критерия Фишера [174-176]:

$$F = \frac{n-l}{l} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2} \quad (21)$$

где $\bar{y} = \frac{1}{n+1} \cdot \sum_{i=0}^n y_i$; \bar{y} – усредненное значение; $n+1$ – число значений за период наблюдения; l – количество неизвестных данных тренда, исключаяющего постоянные составляющие.

Если неравенство (22) удовлетворяет выражение (21), то выражение регрессионной оценки имеет значимость при уровне значимости α :

$$F > F_{1-\alpha}(l, n-1) \quad (22)$$

На практике используется 5%-й уровень значимости. Итак, при проведении проверки трендов (18) - (20) при 5%-м уровне значимости неравенство (22) следует считать верным.

Поэтому полученный результат экспериментов при оценке трендов, говорит о том, что данные не находятся в противоречии со статистическими значениями за исследуемый промежуток времени.

В результате проведенного анализа можно утверждать, что ТС пребывают из НП в город с определенной периодичностью и имеют определенную продолжительность, что оказывает влияние на уровень БДД.

2.4 Определение корреляционной связи между количеством ДТП и характерными диапазонами времени

В ходе обработки статистических данных на шести направлениях УДС Белгородской городской агломерации (Дубовое, Шебекино, Новосадовый, Северный, Стрелецкое, Майский), рассмотренных в диссертационной работе, установлены места повышенной аварийности, чаще всего на которых происходили такие виды ДТП, как столкновение, наезд на пешехода и др. Выявлены зависимости между количеством ДТП, условиями движения и временем года. Количество ДТП и погибших на территории городской агломерации представлены на рисунке 46.

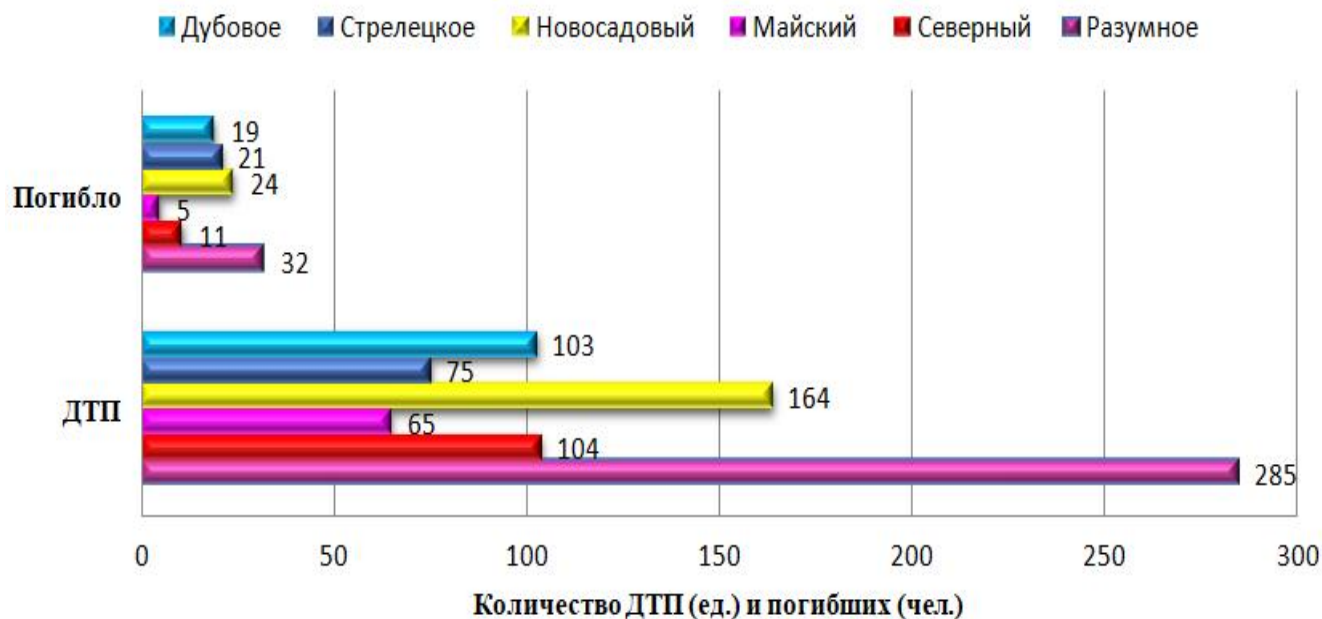


Рисунок 46 – Количество ДТП и погибших в Белгородской городской агломерации по направлениям за период 2018–2022 гг.

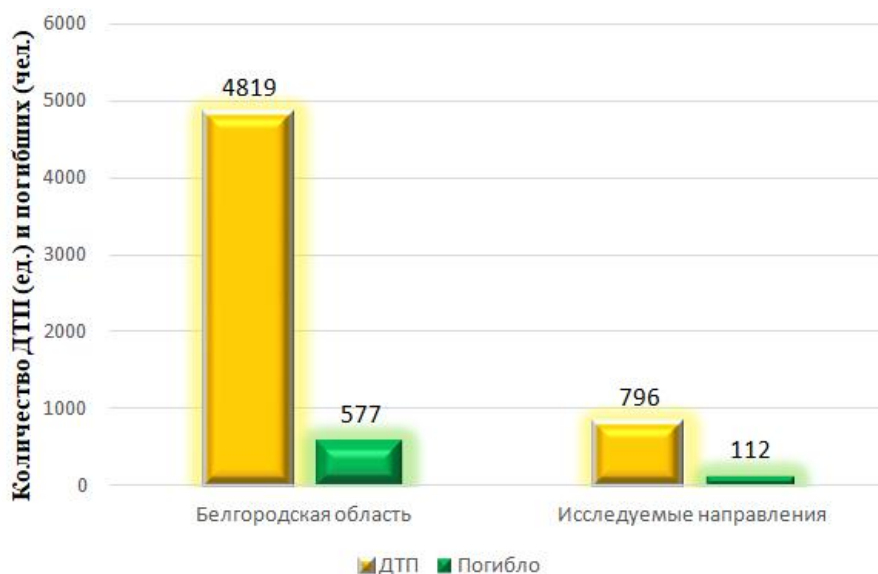


Рисунок 47 – Количество ДТП и погибших по Белгородской области и Белгородской городской агломерации 2018–2022 гг.

Требования к использованию научных методов обработки статистических данных и приложению теории принятия статистических гипотез, значимых при прогнозировании и проведении превентивных мероприятий в транспортной сфере РФ возросли. Для установления влияния различных условий движения на количество ДТП с пострадавшими на территории Белгородской городской

агломерации был проведен анализ карточек учета ДТП и выдвинуты гипотезы о взаимосвязи между условиями движения и количеством ДТП (рисунок 48).

С целью их проверки предложено использование непараметрического критерия χ^2 Пирсона:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_3 - f_m)^2}{f_m}, \quad (22)$$

где f_3 – эмпирическая частота, f_m – теоретическая частота, k – количество разрядов признака.

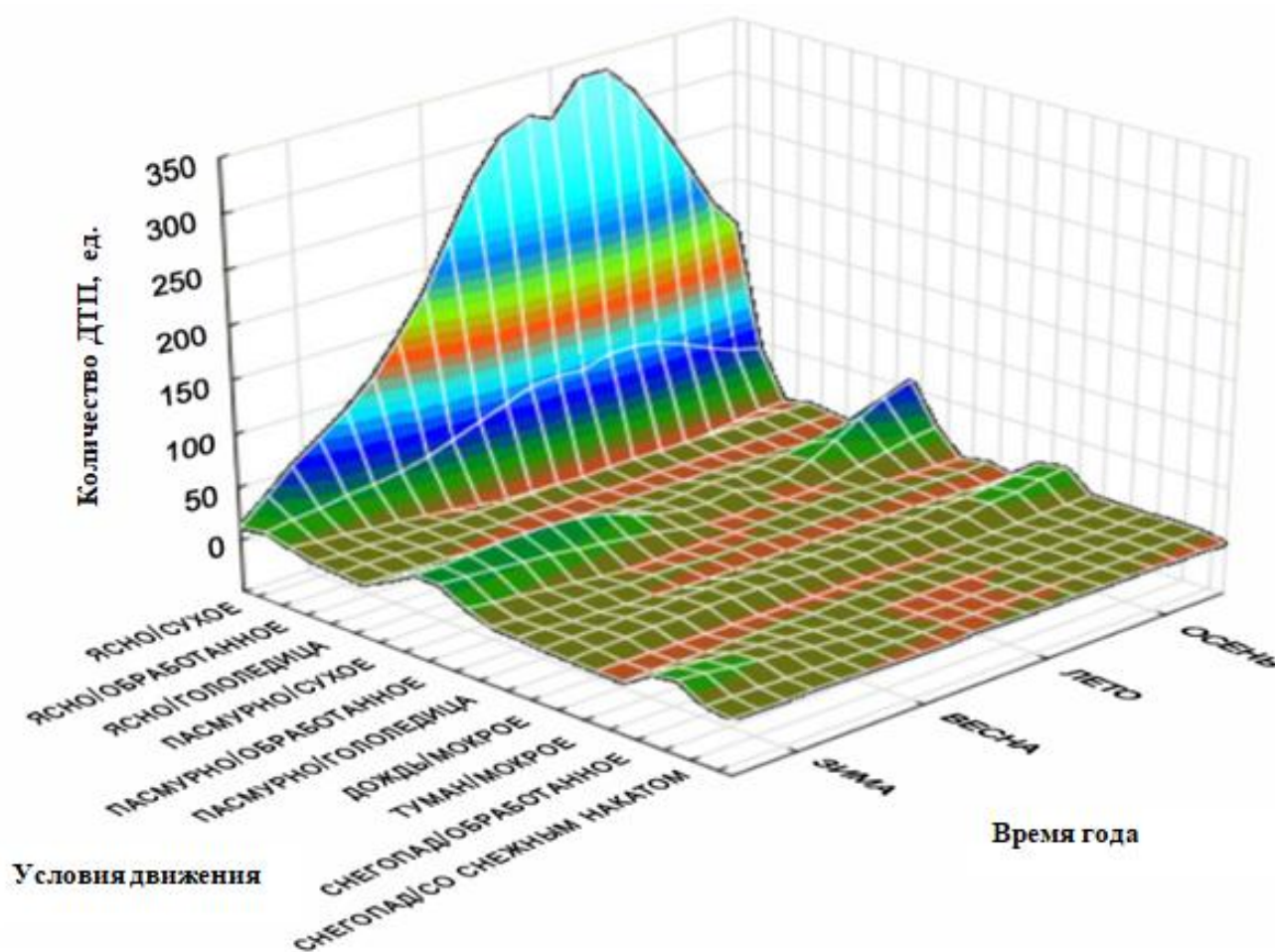


Рисунок 48 – Статистические данные количества ДТП

в зависимости от сезона и условий движения в Белгородской городской агломерации

Установлены зависимости между количеством ДТП и условиями движения, подтвержденные полученными значениями критерия Пирсона. Коэффициент корреляции выше 0,99. Данный факт свидетельствует о статистически значимой зависимости между количеством ДТП и определенными условиями движения. Анализ различных условий движения в зависимости от погодно-климатических

условий и состояния дорожного покрытия показал, что наибольшее количество ДТП происходит в результате данных условий движения: «ясно – сухое» количество ДТП распределилось следующим образом, летом (37,4%), осенью (30,8%), весной (23,3%), зимой (8,5%); при условиях движения «пасмурно – сухое»: осенью (37%) , зимой (28,4%), весной (22,2%), летом (12,4%); при условиях движения «пасмурно – мокрое»: зимой (38,9%), весной (28,9%), осенью (27,9%), летом (5,3%); при условиях движения «дождь – мокрое»: осенью (41%), весной (22,7%), летом (20,5%), зимой (15,8%).

Метеорологические условия влияют на БДД. Во время неблагоприятных погодных условий возникают задержки ТС или полная остановка ТС. При ухудшении дорожных условий рекомендуется воздержаться от управления ТС, либо водителям необходимо снижать среднюю скорость движения. Такие меры позволят снизить вероятность возникновения ДТП, а также тяжесть их последствий.

Таблица 8 – Полученные результаты расчетных значений в зависимости от погоды

Состояние погодных условий	Количество ДТП		Расчёты	
	наблюдаемое	ожидаемое		
Дождь	7	12,7	Хи-квадрат	2,5
Пасмурно	47	50,3	5,2	0,2
Снегопад	9	8,0	Кр значение	0,1
Туман	0	2,3	11,1	2,3
Ясно	128	130,0		0,0

Таким образом, расчетное значение критерия, равное 5,2 оказалось меньше критического, равного 11,1. Следовательно, можно сделать вывод, что достоверных различий между ожидаемым количеством ДТП в зависимости от погодных условий и реальным количеством нет.

Таблица 9 – Полученные результаты расчетных значений в зависимости от состояния дорожного покрытия

Состояние дорожного покрытия	Количество ДТП		Расчёты	
	наблюдаемое	ожидаемое		
Гололедица	0	1,0	Хи-квадрат	1,0
Заснеженное	3	3,7	6,9	0,1
Мокрое	29	42,3	Кр значение	4,2
Обработанное противогололедными материалами	8	10,3	12,6	0,5
Со снежным накатом	1	2,3		0,8

Таким образом, расчетное значение критерия, равное, 6,9 оказалось меньше критического, равного 12,6. Следовательно, можно сделать вывод, что достоверных различий между ожидаемым количеством ДТП в зависимости от состояния дорожного покрытия и реальным количеством нет.

Таблица 10 – Результаты корреляционной зависимости

Корреляция по погодным условиям				
	2018	2019	2020	2021
2018		0,99919	0,99763	0,99966
2019			0,99862	0,99902
2020				0,99686
2021				
Корреляция по состоянию дорожного покрытия				
	2018	2019	2020	2021
2018		0,997513	0,998088	0,991398
2019			0,999835	0,996747
2020				0,99528
2021				

Таким образом, средний коэффициент корреляции между годами в разрезе погодных условий и состояния дорожного покрытия выше 0,99. Данный факт свидетельствует о статистически значимой зависимости количества ДТП от условий движения.

Значение критерия Пирсона, полученное в результате расчетов, указывает на факт отсутствия различий между прогнозируемым количеством ДТП, зависящих от природных явлений, и их реальным количеством.

В связи с тем, что критерий χ^2 не требует наличия нормального распределения частот в выборке данных (преобладания средних значений), поэтому его применяют при анализе абсолютно различных частотных распределений. Среди статистических критериев, критерий Пирсона пользуется популярностью, так как имеет свойство высокой универсальности при его применении, даже не смотря на потерю начальной информации, необходимой при группировании значений по интервалам наблюдения.

В Белгородской городской агломерации в течение 2018–2022 гг. собраны статистические данные ДТП с учетом детальных подробностей, к которым отнесены вид, место, время, условия, в результате которых были совершены ДТП. Указанные значения получены с помощью документального изучения, расчеты для направления № 1 Дубовое занесены в таблица 11.

Таблица 11 – Количество ДТП по дням недели с 2018 по 2022 гг., произошедшие в различные временные интервалы по направлению № 1 Дубовое

направление № 1 Дубовое							
Вид ДТП	Дни недели						
	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота	воскресенье
количество ДТП/погибшие							
Столкновение	7	10	4/1	6	7/1	4/2	13/2
Съезд с дороги	1	1	0	0	1	0	3
Наезд на пешехода	6	7/3	5	3/1	5	4	5/2
Наезд на велосипедиста	2	0	2	2	0	0	1
Наезд на препятствие	1/1	0	0	1	1	2/1	1/1
Наезд на стоящее ТС	0	1	0	1/1	0	1	0
Опрокидывание	0	0	0	0	0	1	0

Выражение (23) отражает математическую модель процесса, имеющую случайные отклонения [177]:

$$x_i = \varphi(t_i) + \Delta_i, \quad (23)$$

где x_i – значения, представленные на ряде наблюдений ($i=1, 2, \dots, n$); $\varphi(t_i)$ – детерминированная функция, показывающая изменение x_i (тренд); Δ_i – случайные отклонения, проявляемые при возникновении ошибки по отношению к $\varphi(t_i)$, в связи, с чем возникает случайный процесс.

Полученная функция в данном виде $\varphi(t)$ задана следующей формулой $F(t, C_1, \dots, C_k)$, включающей в себя неизвестные параметры $C_1 \dots C_k$, определенные так, чтобы $\varphi(t) \cong F(t, C_1, \dots, C_k)$. Нахождение $\min \sum_{i=1}^n [x_i - F(t_i, C_1, \dots, C_k)]^2$, а именно, посредством метода наименьших квадратов получены C_1, \dots, C_k . Случайными величинами y_1, y_2, \dots, y_n можно воспользоваться только в том случае, когда случайность является основным свойством процесса, а не отклонением от тренда.

В большинстве случаев зависимость $\varphi(t)$ неизвестна, поэтому применяется соотношение $\varphi(t) \approx F(t, C_1, \dots, C_k)$, но при этом функцию F выбирают произвольно. Ее часто показывают в виде многочлена:

$$\varphi(t) \cong F(t, C_1, \dots, C_k) = C_1 + C_2 t + C_3 t^2 + \dots + C_k t^{k-1}. \quad (24)$$

Случайный процесс представляет собой расширенную математическую модель при бесконечной в две стороны $y_{-1}, y_0, y_1, \dots, y_n, y_{n+1}$. При этом последовательность величин называют случайным процессом.

В транспортной сфере возникновение случайных процессов зависит от условий движения, к которым можно отнести погодно-климатические факторы, а также состояние дорожного покрытия. Интенсивность движения ТС, пропускную способность дороги также относят к случайным процессам, они зависят от скоростного режима движения ТС. Во-вторых, случайные процессы связаны с вероятностью возникновения ДТП, заторовыми явлениями и другими процессами.

До сих пор активно разрабатываются вероятностные методы, позволяющие установить закономерности случайных процессов в сфере транспорта. Чаще всего применяются метод Монте-Карло и теория массового обслуживания.

Величина $X(t)$ характеризует случайный процесс. Математическое ожидание случайного процесса определяется с помощью выражения [177]:

$$M[X(t)] = m_x(t). \quad (25)$$

Итак, искомая неслучайная функция времени $M[X(t)]$ определяется следующим способом. Ожидание случайного процесса, представленного функцией времени, рассчитывается для каждого значения времени посредством

статистической обработки полученных результатов. Аналогичным способом рассчитаны значения дисперсии и стандартного отклонения:

$$D[X(t)] = D_x(t), \quad (26)$$

$$\delta[X(t)] = \delta_x(t). \quad (27)$$

Представленные величины относят к неслучайным функциям времени, определяемым для рассматриваемых сечений во времени путем обработанных статистических значений, полученных за период наблюдения значений случайной величины, в которую превращается процесс при конкретном значении t .

Некоторые сечения процесса образуют корреляционные связи, следовательно, являются независимыми случайными величинами. В связи с этим дать полную характеристику не представляется возможным, так как не хватает значений математического ожидания и дисперсии случайного процесса. Дать полную оценку позволяет корреляционная функция процесса, включающая в себя математическое ожидание произведения центрированных значений двух случайных величин для двух произвольных конкретных значений времени t и t' . Обозначая корреляционную функцию для моментов времени t и t' через $K_x(t, t')$, получена [177]:

$$K_x(t, t') = M[\check{X}(t)\check{X}(t')], \quad (28)$$

где $\check{X}(t)$ – центрированное значение, состоящее из разности значений между случайной функцией времени и ее математическим ожиданием:

$$\check{X}(t) = X(t) - m_x(t). \quad (29)$$

Корреляционная связь у сечений, являющихся соседними по времени, наблюдается сильная и величина $K_x(t, t')$ может быть значительной.

Корреляционная функция переходит в дисперсию при выполнении следующего условия $t' = t$:

$$K_x(t, t') = M[\check{X}(t)]^2 = D_x(t). \quad (30)$$

Нормированная случайная величина определена по формуле:

$$X_N(t) = [X(t) - m_x(t)]/\delta_x(t) = \check{X}(t)/\delta_x(t) \quad (31)$$

Математическое ожидание произведения двух нормированных сечений равно коэффициенту корреляции этих сечений:

$$\rho_x(t, t') = K_x(t, t')/[\delta_x(t)\delta_x(t')] = M[X_N(t)X_N(t)']. \quad (32)$$

В условиях $t'=t$ представленный коэффициент равен:

$$\rho_x(t, t') = D_x(t)/\delta_x^2(t) = 1. \quad (33)$$

При изучении статистических данных о количестве ДТП было выявлено n реализаций случайного процесса, причем n достаточно велико. К главным количественным характеристикам случайного процесса относятся: математическое ожидание $m_x(t)$, дисперсия $D_x(t)$, коэффициенты корреляции $\rho_x(t, t')$.

В ходе проведения расчетов были определены характерные диапазоны времени и количество сечений процесса. Каждое сечение соответствовало дискретным значениям времени t_1, t_2, \dots, t_m .

Практически всегда сечения равны по времени или отделены друг от друга равными промежутками времени. Для детального изучения случайных процессов диапазоны времени уменьшают.

Таким образом, при детальном исследовании участка УДС были установлены основные виды ДТП, которыми являлись столкновения и наезды на пешеходов. Согласно результатам, представленным в таблице 12, выявлено, что в промежуток времени с 10.01 ч до 14.00 ч происходит наименьше количество происшествий, а вот диапазон времени с 18.01 ч до 22.00 ч показал результаты наоборот, т.е. наибольшее количество аварий. В отношении дней недели, вторник с промежутком времени с 14.01 ч до 18.00 ч и воскресенье с 18.01 ч до 22.00 ч оказались днями с максимальной аварийностью.

Итак, в результате обработки статистических данных количества ДТП, установлено, что ДТП происходят в характерные часы суток, а также определенные дни недели, т.е. выявлена зависимость между количеством ДТП и характерными диапазонами времени суток (таблица 12).

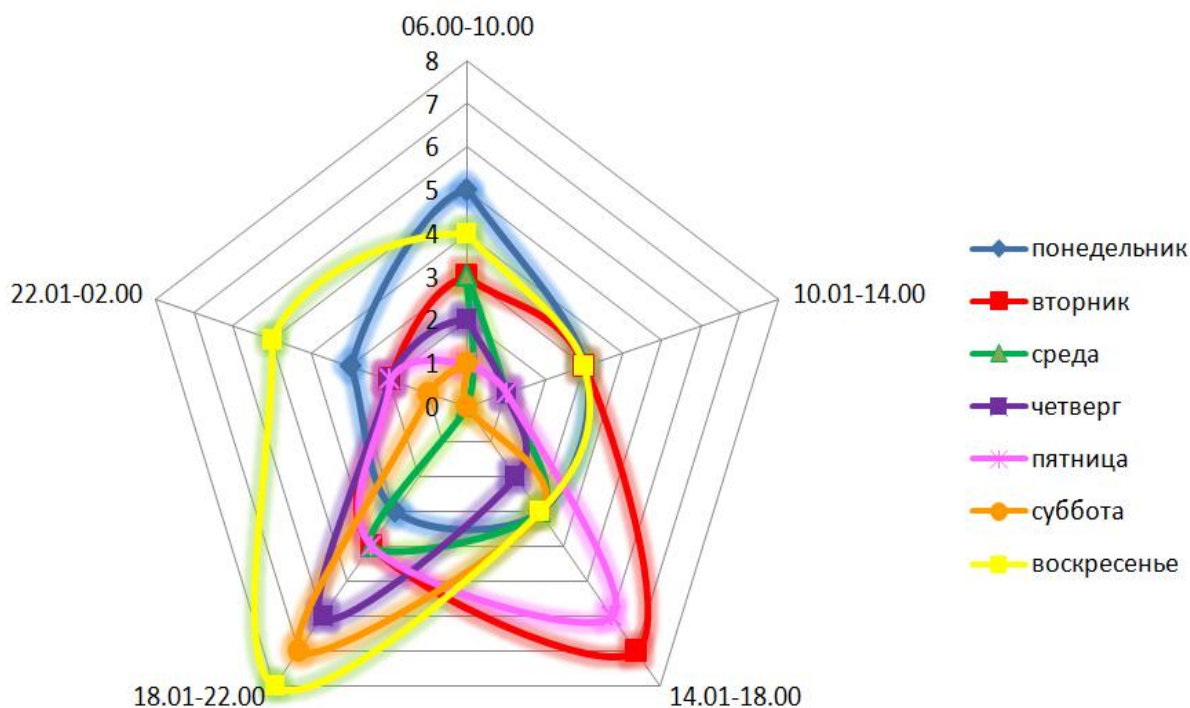


Рисунок 49 – График количества ДТП, произошедших в характерные часы суток (направление № 1 Дубовое)

Таблица 12 – Количество ДТП по дням недели 2018–2022 гг., произошедшие в характерные часы суток по направлению № 1 Дубовое

Направление Дубовое								
Диапазоны времени	Дни недели							Итого
	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота	воскресенье	
06.00-10.00(1)	5	3	3	2	1	1	4	19
10.01-14.00(2)	3	3	1	1	1	0	3	12
14.01-18.00(3)	3	7	3	2	6	3	3	27
18.01-22.00(4)	3	4	4	6	4	7	8	36
22.01-02.00(5)	3	2	0	2	2	1	5	15
Итого	17	19	11	13	14	12	23	109

Таким образом, обработка статистических данных карточек учета ДТП по Белгородской городской агломерации показала следующие результаты, в которых выявлено всего 109 ДТП по направлению № 1 Дубовое, из которых 51 столкновение, 35 наездов на пешехода, 7 наездов на велосипедиста, 6 наездов на препятствие, 3 наезда на стоящее ТС, 6 съездов с дороги. Результаты по оставшимся направлениям представлены в приложении В.

Применение математической статистики и теории вероятностей позволили произвести расчеты следующих показателей: математическое ожидание, дисперсия,

корреляционный коэффициент, в результате чего установлена сильная корреляционная связь событий случайного процесса, происходящих в конкретный промежуток времени.

Каждая из строк таблицы 12 указывает на отдельный эксперимент, опыт, т.е. осуществление процесса. В каждом столбце представлены значения, соответствующие определенному диапазону времени. Следовательно, математическое ожидание определено из выражения [17, 18]:

$$m_x(t_k) = \sum_{i=1}^n x_i(t_k)/n. \quad (34)$$

Дисперсия для сечения t_k рассчитана по формуле (2):

$$D_x(t_k) = \sum_{i=1}^n [x_i(t_k) - m_x(t_k)]^2 / (n - 1). \quad (35)$$

Корреляционный коэффициент для сечений t_k и t_t примет вид:

$$\rho_x(t_k, t_t) = \frac{\sum_{i=1}^n [x_i(t_k) - m_x(t_k)][x_i(t_t) - m_x(t_t)]}{(n-1)\delta_x(t_k)\delta_x(t_t)}. \quad (36)$$

Математическое ожидание определено по формуле:

$$M_y(\varepsilon) = r \left(\frac{\delta_\eta}{\delta_\varepsilon} \right) (x - a) + b, \quad (37)$$

где a и δ_ε – математическое ожидание и стандартное отклонение величины ε ; b и δ_η – математическое ожидание и стандартное отклонение величины η .

$$M_{P2}(P_5) = \rho_{25} \left(\frac{\delta_5}{\delta_2} \right) (3 - 1,71) + 2,14 = 0,7 \left(\frac{1,574}{1,254} \right) (3 - 1,71) + 2,14 = 3,27.$$

2.5 Выводы по главе

1. В результате исследования интенсивности движения ТП в Белгородской городской агломерации была разработана вероятностная модель изменения интенсивности движения ТП, позволяющая осуществить прогноз интенсивности движения ТС в течение года для оценки ДТС. Получены эмпирические зависимости между интенсивностью движения ТС и временем суток, учитывающие суточную и сезонную цикличности движения ТП $m_y(t) = 985569 - 141,785t - 1182,487 \cos \frac{2\pi t}{60} - 2950,7 \cos \frac{4\pi t}{60} - 587,36 \cos \frac{6\pi t}{60} + 1878,66 \sin \frac{2\pi t}{60} - 1067,81 \sin \frac{4\pi t}{60} + 1053,84 \sin \frac{6\pi t}{60}$.

2. . Получены значения пропускной способности дороги в зависимости от различных условий движения ТП. Осуществлена оценка коэффициента загрузки движением на территории Белгородской городской агломерации, в результате выявлены территории и наименования участков дорог с дорожными заторами, что в свою очередь повышает вероятность возникновения ДТП, ухудшает экологическую ситуацию, технико-эксплуатационные качества ТС и потери времени. Определены диапазоны времени с наибольшим значением коэффициента загрузки (с 7.00 ч до 9.00 ч, с 12.00 ч до 14.00 ч и с 17.00 ч до 19.00 ч).

3. Установлены зависимости между количеством ДТП и условиями движения, подтвержденные полученными значениями критерия Пирсона. Анализ различных условий движения в зависимости от погодных-климатических факторов и состояния дорожного покрытия показал, что наибольшее количество ДТП происходит при условиях движения: «ясно – сухое» количество ДТП распределилось следующим образом, летом (37,4%), осенью (30,8%), весной (23,3%), зимой (8,5%); при условиях движения «пасмурно – сухое»: осенью (37%), зимой (28,4%), весной (22,2%), летом (12,4%); при условиях движения «пасмурно – мокрое»: зимой (38,9%), весной (28,9%), осенью (27,9%), летом (5,3%); при условиях движения «дождь – мокрое»: осенью (41%), весной (22,7%), летом (20,5%), зимой (15,8%).

4. Установлена корреляционная связь между количеством ДТП и характерными часами суток. Наибольшее количество ДТП в городской агломерации происходит в период с 18:01 ч до 22:00 ч. В четверг, субботу, воскресенье характерными диапазонами времени являются часы суток с 18:01 ч до 22:00 ч., в свою очередь вторник и пятница – с 14:01 ч до 18:00 ч. Наименьшее количество ДТП в течение всей недели происходит с 10:01 ч до 14:00 ч.

ГЛАВА 3 ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТС И КОЛИЧЕСТВА ДТП ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И НЕЙРОНЕЧЕТКИХ СЕТЕЙ

3.1 Прогноз интенсивности движения ТС на основании статистической оценки изменения количества ТС в зависимости от времени года

Постоянно увеличивающаяся интенсивность движения ТС при отстающем развитии инфраструктуры городских агломераций приводит к негативным последствиям. Низкий уровень БДД влечет за собой проблему, одной из которых является ДТП, тяжесть их последствий и смертность. При несоответствии между стремительно растущем показателе автомобилизации и недостаточно развитой инфраструктурой, возникает затруднение в передвижении ТП и ПП по УДС, которое в сложившейся ДТС становится не достаточно удобным, безопасным и комфортным. Также на БДД отрицательно влияют высокие значения интенсивности движения ТС в течение года в условиях городских агломераций.

С целью определения возможного количества ТС на прогнозируемый период времени, находящийся за пределами исследуемого периода, т.е. при $t_i > t_n$. При прогнозировании интенсивности движения ТС следует учитывать свойство инертности больших систем, которые позволяют принять такое допущение, при котором закономерности изменения интенсивности движения ТС, полученные при анализе, сохраняются на протяжении найденного временного диапазона.

Для получения значений точечного прогноза интенсивности движения ТС применено аналитическое приближение тренда возникновения наибольшего значения интенсивности движения ТП (8). В таблицу 14 внесены результаты полученных значений в ходе проведения математических операций.

Результаты интенсивности движения ТС за рассматриваемый промежуток времени 2018–2022 гг. представлены в приложении Г.

Таблица 13 - Прогнозируемые значения сезонной интенсивности движения ТС

Месяц	Интенсивность движения ТС, авт/мес	Точечный прогноз	Результаты тренда $m_y(t)$	Среднеквадратичные отклонения $\sigma[m_y(t)]$	Граница доверительного интервала	
					$z_1(t)$	$z_2(t)$
Январь	1008348	1035457	1079574	88102,5	901607	1257541
Февраль	864522	1037287	1072189	88390,92	893639	1250739
Март	861150	1039032	1063177	92964,19	875389	1250964
Апрель	1016361	1040680	1053072	78705,91	894086	1212058
Май	864958	1042231	1042435	84735,76	871269	1213601
Июнь	1145120	1043693	1031846	64812,5	900925	1162767
Июль	1074728	1045086	1021870	59693,42	901289	1142451
Август	1169546	1046437	1012998	100467,8	810053	1215943
Сентябрь	941604	1047775	1005642	103140	797299	1213985
Октябрь	1008002	1049133	1000116	89192,08	819948	1178501
Ноябрь	893996	1050541	996600,9	92144,59	810469	1182733
Декабрь	991427	1052020	995149,8	89072,61	815223	1175076

Для того чтобы удостовериться правильностью полученных результатов прогноза необходимо построить доверительный интервал для рассматриваемого тренда $m_y(t)$, применяя данные доверительной вероятности. Результаты прогноза находятся в пределах доверительного интервала. Границы симметричного доверительного интервала обозначены как $z_1(t)$, $z_2(t)$ и соответствуют неравенству:

$$z_1(t) \leq m_y(t) \leq z_2(t) \quad (38)$$

рассчитаны по формуле, согласно с положениями теории вероятности и математической статистики [100, 101]:

$$z_k = m_y(t) \mp \sigma[m_y(t)] \cdot t_{\frac{1+q}{2}(n-2p-1)}, \quad (k = 1,2), \quad (39)$$

где p – число слагаемых, используемых в выражении (15); q – вероятность доверительных интервалов; $t_{g(n-2p-1)}$ – квантиль распределения Стьюдента со степенями свободы g и $n - 2p - 1$.

На базе математической статистики согласно специальной таблице [180, 181], в которой отражены числа g и $n - 2p - 1$, найдены значения квантиля. Оценка дисперсии временного ряда определена по формуле:

$$\bar{\sigma}^2 = \frac{1}{n-2p-1} \sum_{i=1}^n [y_i - m_y(t_i)]^2, \quad (40)$$

где $m_y(t_i)$ – исходные данные функции (15) за исследуемый временной интервал.

Результаты значений доверительного интервала получены для суточной интенсивности движения ТС.

Аналитическое выражение, содержащее значения за рассматриваемый, а также прогнозируемый период времени, учитывающее результаты математических выражений (15), (16) и при учете (14), при $p=3$ выглядит таким образом:

$$m_y(t) = 985751 - 123,098t + 6786,9 \cos \frac{2\pi t}{72} - 22989 \cos \frac{4\pi t}{72} - \\ - 18574 \cos \frac{6\pi t}{72} - 25586 \sin \frac{2\pi t}{72} - 13118,5 \sin \frac{4\pi t}{72} + 18857,2 \sin \frac{6\pi t}{72}. \quad (41)$$

Полученные результаты значений тренда $m_y(t)$ отражены в таблице 14. Функция, полученная из выражения (16), при $p=3$ выглядит таким образом:

$$\omega_1(t) = t - 35,5 + \cos \frac{2\pi t}{72} + \cos \frac{4\pi t}{72} + \cos \frac{6\pi t}{72} - 0,00006 \sin \frac{2\pi t}{72} - \\ - 0,0001 \sin \frac{4\pi t}{72} - 0,0002 \sin \frac{6\pi t}{72}. \quad (42)$$

Проверка результатов выражения (23) на статистическую значимость показала 5% - ый уровень значимости.

Первый тренд построен, исходя из данных, полученных за исследуемый период времени, второй тренд – с учетом прогнозных значений. На кривой, отражающей прогнозные значения, видно, что на отрезке кривой прогноза имеется расхождение между трендами в условиях дополнения временного интервала. Данный процесс имеет закономерности и зависит от прогнозируемого периода времени (рисунок 50).

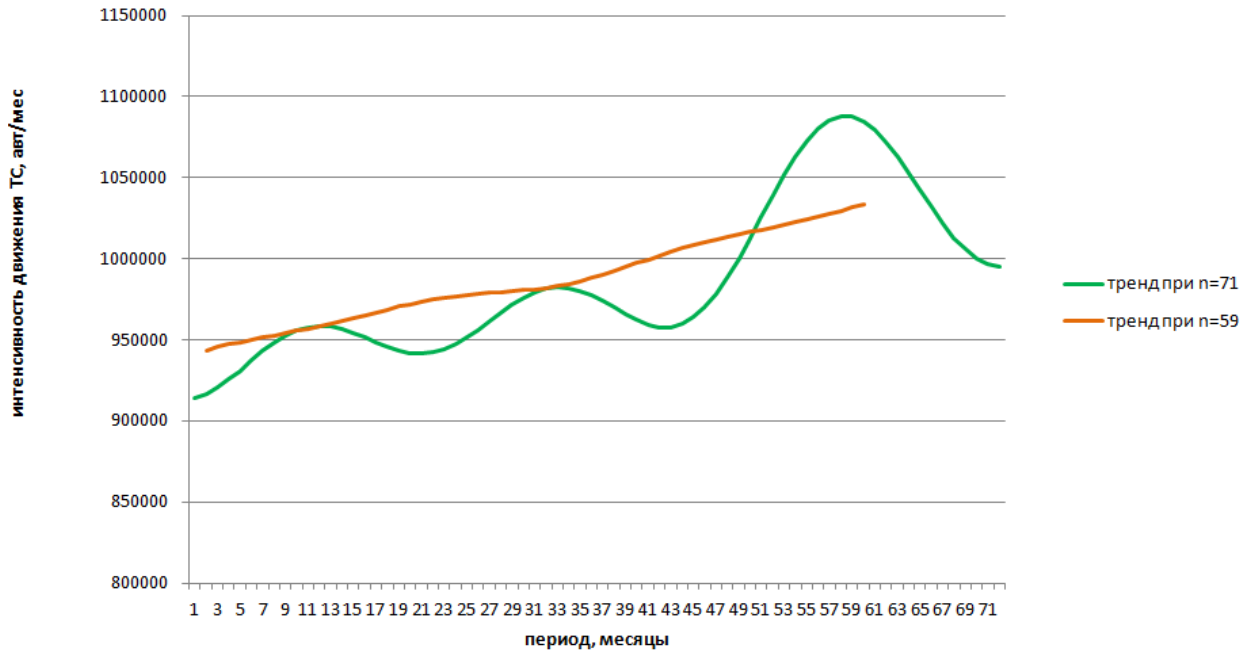


Рисунок 50 – Тренды сезонной интенсивности движения ТС с учетом прогноза

Рисунок 51 отражает результаты, полученные в ходе обработки статистических значений интенсивности движения ТС при осуществлении прогноза. Некоторые точки расчетных значений выходят за границы симметричного доверительного интервала. В соответствии с системой уравнений (12) полученная закономерность остается и проявляется в других точках. Такая ситуация возникает в ходе изменения экспериментальных результатов и учитывает возможное повышение значений интенсивности движения ТС при возникновении ДТП.

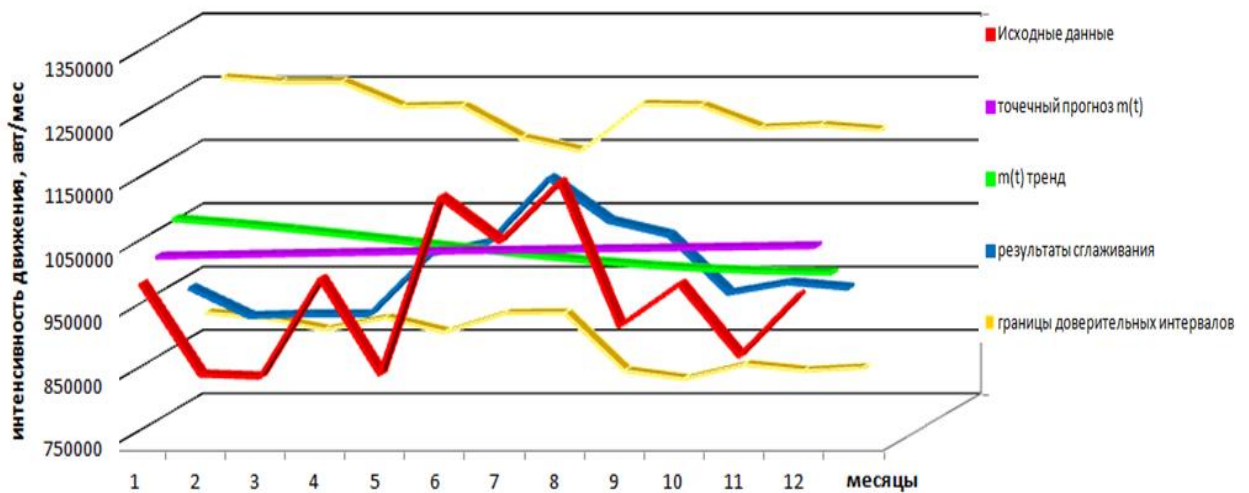


Рисунок 51 – Результаты прогноза сезонной интенсивности движения ТС

Аналогично прогнозируется интенсивность движения ТС на последующие дни, недели, месяцы и годы в зависимости от поставленной цели и задач.

3.2 Прогнозирование количества ДТП на основании двухпараметрического распределения Вейбулла, позволяющее оценить ДТС в городской агломерации

На сегодняшний момент времени при прогнозировании ДТП выбирают статистические методы, базирующиеся на данных статистики ГИБДД, в которой учитываются погибшие и раненые [3]. Наибольшей популярностью пользуются методы экстраполяции, при прогнозировании которой учтена сезонность, повторяющиеся факты произошедших ДТП.

Экстраполяция с линейным сглаживанием относится к простейшему методу обработки статистических данных. Этот метод применим при маленьком периоде прогнозирования, причем тренд за рассматриваемый период остается неизменным [89].

К основным особенностям данных участков УДС относится повышенный скоростной режим, безостановочное движение и высокая интенсивность движения ТС, что говорит о значительном многообразии мероприятий, способствующих повышению пропускной способности дороги и снижению вероятности возникновения ДТП. Это обстоятельство позволяет считать, что аварийность на УДС в меньшей степени зависит от сезона и мало подвержена погодно-климатическим факторам. Аварийность на участках УДС с повышенным количеством ДТП чаще всего связана с несоблюдением скоростного режима движения ТС, как следствие больше всего происходят такие виды ДТП, как столкновение ТС, наезд на пешехода и др.

Таким образом, аварийность имеет технологический характер и связана в большинстве случаев с неправильными действиями водителя. Сведения об аварийности в Белгородской городской агломерации представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Сведения о количестве ДТП за 10 лет

Год	Количество ДТП		
	Пешеходы	Дети	Водители
2012	451	178	110
2013	436	169	101
2014	421	154	105
2015	415	144	109
2016	397	163	112
2017	438	168	106
2018	369	147	107
2019	354	173	101
2020	311	156	101
2021	253	158	91

Преобразование координат исследуемой эмпирической зависимости с целью ее приведения к линейному виду [183]:

$$y = A + Bx, \quad (43)$$

где $x = f(t)$ и $y = f(P)$ – функции анаморфозы, A и B – постоянные уравнения регрессии.

Определение постоянных уравнения регрессии A и B , а также коэффициента корреляции R_{xy} и относительных ошибок d_x и d_y проведено методом наименьших квадратов.

При этом коэффициент корреляции R_{xy} служит критерием оценки согласия теоретического и эмпирического распределений.

Определение с помощью постоянных A и B параметров теоретического распределения a и b , составление искомых функций теоретического распределения проведено с последующим определением показателей надежности и построением графиков.

Для разработки математической модели, базирующейся на законе распределения Вейбулла, необходимо выполнить следующие математические операции для преобразования координат (x, y) , представленные ниже по формулам [137, 183]:

$$x_j = \ln(t_j), \quad (44)$$

$$y_j = \ln \frac{1}{\ln \frac{1}{P_j}}. \quad (45)$$

Вспомогательные величины рассчитывают по формулам:

$$X_{cp} = \frac{\sum_1^N x_j}{N}, \quad (46)$$

$$Y_{cp} = \frac{\sum_1^N y_j}{N}, \quad (47)$$

$$S_x = \sum_1^N x_j^2 - NX_{cp}^2, \quad (48)$$

$$S_y = \sum_1^N y_j^2 - NY_{cp}^2, \quad (49)$$

$$S_{xy} = \sum_1^N x_j y_j - NX_{cp} Y_{cp}. \quad (50)$$

Полученные значения дают возможность вычислить значения коэффициента корреляции R_{xy} , относительные ошибки δ_y и δ_x , а также постоянные A и B по формулам, представленным ниже:

$$R_{xy} = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_x S_y}}, \quad (51)$$

$$\delta_y = \sqrt{\frac{(1-r_{xy}^2)S_y}{N-1}}, \quad (52)$$

$$\delta_x = \sqrt{\frac{(1-r_{xy}^2)S_x}{N-1}}, \quad (53)$$

$$A = Y_{cp} - BX_{cp}. \quad (54)$$

Параметры формы b и масштаба a распределения Вейбулла рассчитаны по формулам:

$$\beta = -B, \quad (55)$$

$$\alpha = \exp(A/B). \quad (56)$$

Значения числовых характеристик статистических распределений получены по формулам, представленным ниже [184]:

математическое ожидание:

$$\bar{M}[\lambda(t)] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lambda(t)_i, \quad (57)$$

статистическая дисперсия:

$$\bar{D}[\lambda(t)] = \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [\lambda(t)_i]^2 - \bar{M}[\lambda(t)]^2 \right\} \frac{n}{n-1}, \quad (58)$$

среднеквадратическое отклонение:

$$\bar{\delta}[\lambda(t)] = \sqrt{\bar{D}[\lambda(t)]}. \quad (59)$$

С помощью выражений рассчитываются уточненные доверительные интервалы для числовых характеристик [137, 184]:

$$\bar{M}[\lambda(t)] - t_\beta \sqrt{\frac{\bar{D}[\lambda(t)]}{n}} < \bar{M}[\lambda(t)] < \bar{M}[\lambda(t)] + t_\beta \sqrt{\frac{\bar{D}[\lambda(t)]}{n}}, \quad (60)$$

$$\frac{\bar{D}[\lambda(t)](n-1)}{x_1^2} < \bar{D}[\lambda(t)] < \frac{\bar{D}[\lambda(t)](n-1)}{x_2^2}, \quad (61)$$

$$\sqrt{\frac{\bar{D}[\lambda(t)](n-1)}{x_1^2}} < \bar{\delta}[\lambda(t)] < \sqrt{\frac{\bar{D}[\lambda(t)](n-1)}{x_2^2}}, \quad (62)$$

где t_β – значение, определяемое по табличным данным в зависимости от принятого значения вероятности β и $n-1$ [11]; x_1^2, x_2^2 – значения, выбираемые из табличных данных χ^2 – распределения с $n-1$ степенями свободы в зависимости от β [184]. Вероятности выхода случайной величины за границу вправо p_1 и влево p_2 являются входящими данными, взятыми из таблиц [174].

На рисунке 52 показан пример гистограммы аварийности с участием пешеходов, аппроксимированной законом распределения Вейбулла [185]:

$$I(t) = \frac{b}{a} (t - g)^{b-1}; \quad t \geq g, \quad (63)$$

где a – параметр масштаба, свидетельствующий о начальном периоде наблюдения за аварийностью на определенном участке дороги; β – параметр формы, который

характеризует скорость изменяющейся интенсивности ДТП $\lambda(t)$; γ – параметр положения.

Практически всегда параметр положения $\gamma=0$. При введении значения γ в виде отрицательного числа вероятности возникновения ДТП отсутствует.

Числовые характеристики закона распределения Вейбулла при $\gamma=0$ выражения, с помощью которых определяются числовые характеристики статистического и теоретического распределения имеют вид [137, 186]:

$$M[\lambda(t)] = \int_0^{t_1} \frac{\lambda(t)dt}{t_1} = \frac{t_1^\beta}{\alpha t_1} = \frac{1}{\alpha} t_1^{\beta-1} = M, \quad (64)$$

$$D[\lambda(t)] = \frac{1}{t_1-1} \int_1^{t_1} [\lambda(t) - M]^2 dt + \frac{\lambda_0}{t_1} = \frac{1}{t_1-1} \left[\frac{\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)^2}{2\beta-1} (t^{2\beta-1} - 1) - M^2 t_1 + \frac{2M}{\alpha} - M^2 \right] + \frac{\lambda_0(t)}{t_1}, \quad (65)$$

где t_1 – суммарное значение количества времени, за которое наблюдалась аварийность на дорогах; $\lambda_0(t)$ – статистическая удельная аварийность в первый год наблюдений.

С помощью метода наименьших квадратов при обработке статистических данных вычисляем параметры Вейбулла. Соблюдение требований согласования кривой $\lambda(t)=(\beta/\alpha)t^{\beta-1}$ и экспериментальных точек $\lambda(t)$ получают при выполнении условия:

$$\sum_{i=1}^n [\lambda_i(t) - \lambda_i(t)]^2 = \min. \quad (66)$$

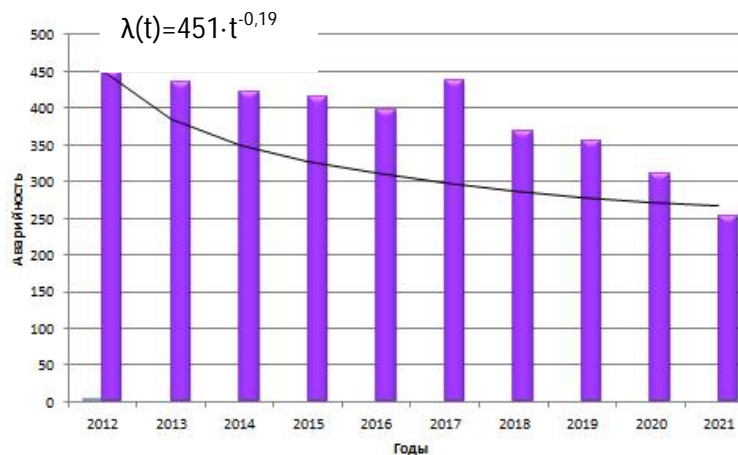


Рисунок 52 – Гистограмма интенсивности возникновения ДТП с участием пешеходов

Проведенные расчеты позволили получить результаты коэффициентов α , β теоретического распределения $\lambda(t)$, по которым определено, что закон двухпараметрического распределения Вейбулла для трех групп аварийности по Белгородской области выглядит следующим образом:

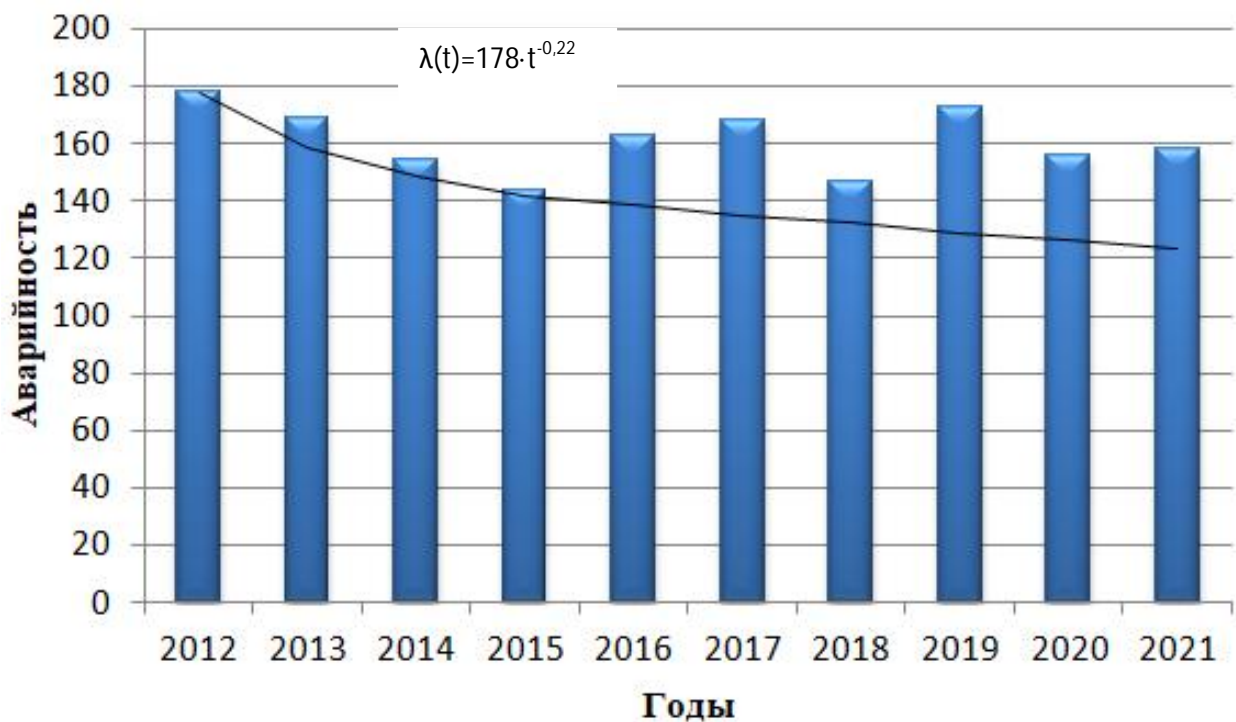
$$\lambda(t)=451t^{-0,19}$$

$$\lambda(t)=178^{-0,22}$$

$$\lambda(t)=110^{-0,15}$$

В таблице 15 представлены результаты расчетных числовых характеристик статистического и теоретического распределений закона Вейбулла.

Сравнив статистические и теоретические значения, можно утверждать, что значения теоретического распределения не выходят за границы доверительных интервалов [137].



а)

Рисунок 53 – Гистограмма интенсивности возникновения ДТП, построенная в зависимости от временного интервала: *а* - с участием детей; *б* - по вине водителей, находившихся в состоянии алкогольного опьянения (начало)



б)

Рисунок 53 – Гистограмма интенсивности возникновения ДТП, построенная в зависимости от временного интервала: *а* - с участием детей; *б* - по вине водителей, находившихся в состоянии алкогольного опьянения (окончание)

Таблица 15 – Результаты полученных числовых параметров характеристик статистического и теоретического закона распределения $I(t)$

Параметр	Статистическое распределение			Теоретическое распределение				Доверительные интервалы, 1/100
Элемент	$M^*[\lambda(t)],$ 1/100	$D^*[\lambda(t)],$ $(1/100)^2$	$\delta^*[\lambda(t)],$ 1/100	$\lambda(t)$ 1/100	$M[\lambda(t)],$ 1/100	$D[\lambda(t)],$ $(1/100)^2$	$\delta[\lambda(t)],$ 1/100	
пешеходы	384,5	4024,5	63,44	$451t^{-0,19}$	318,586	2883,71	53,7	[339,12; 429,88] [2140,69;10877] [46,27; 104,29]
дети	161,0	124,2	11,15	$178 t^{-0,22}$	141,127	1264,14	35,6	[153,03; 168,97] [66,08;335,74] [8,13; 18,32]
водители	104,3	37,1	6,09	$110 t^{-0,15}$	92,15	677,77	28,8	[99,9; 108,65] [19,75;100,33] [4,44; 10,01]

Примечание: Значения полученных результатов по статистическому и теоретическому закону распределения Вейбулла $\lambda(t)$ рассчитаны из выражений (58), (59).

Дополнительную оценку при выборе кривой распределения $\lambda(t)$ позволит реализовать критерий согласия К. Пирсона и его свойства χ^2 [187]:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{[\lambda_i(t) - \lambda_i(t)]^2}{\lambda_i(t)}, \quad (67)$$

где k – число исследуемых интервалов; $\lambda_i^*(t)$ – статистическая удельная аварийность для i -го интервала; $\lambda(t)$ – теоретическая удельная аварийность для i -го интервала [137].

Таблица 16 – Сведения об аварийности по Белгородской городской агломерации с учетом прогноза на последующий промежуток времени

Год	Количество ДТП		
	Пешеходы	Дети	Водители
2012	451	178	110
2013	436	169	101
2014	421	154	105
2015	415	144	109
2016	397	163	112
2017	438	168	106
2018	369	147	107
2019	354	173	101
2020	311	156	101
2021	253	158	91
2022	227	112	94
2023	221	109	89

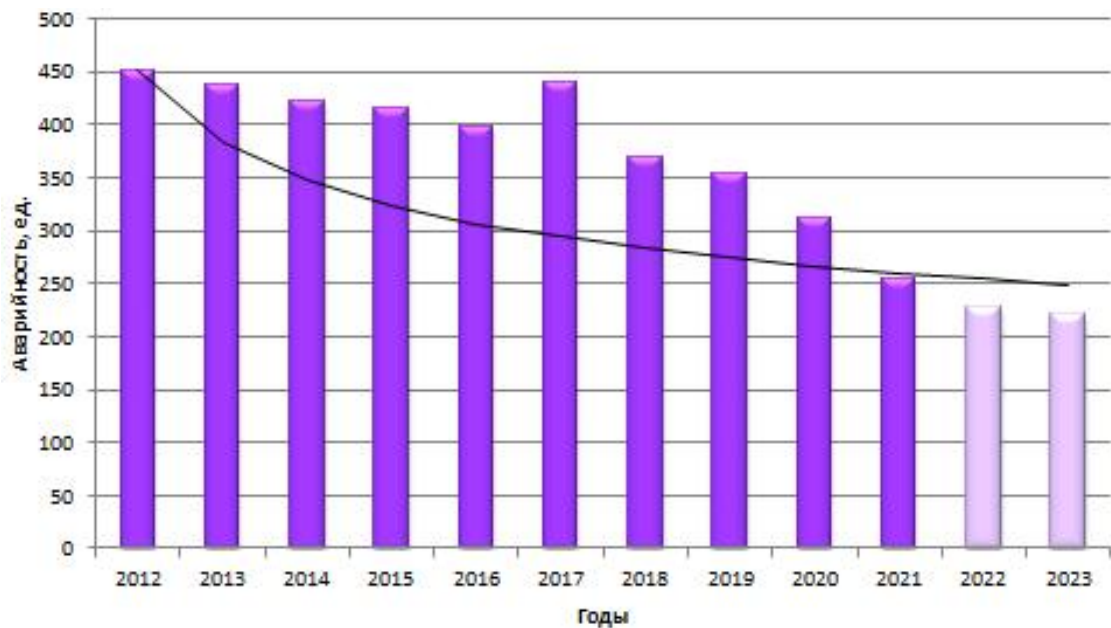


Рисунок 54 – Прогноз количества ДТП с участием пешеходов

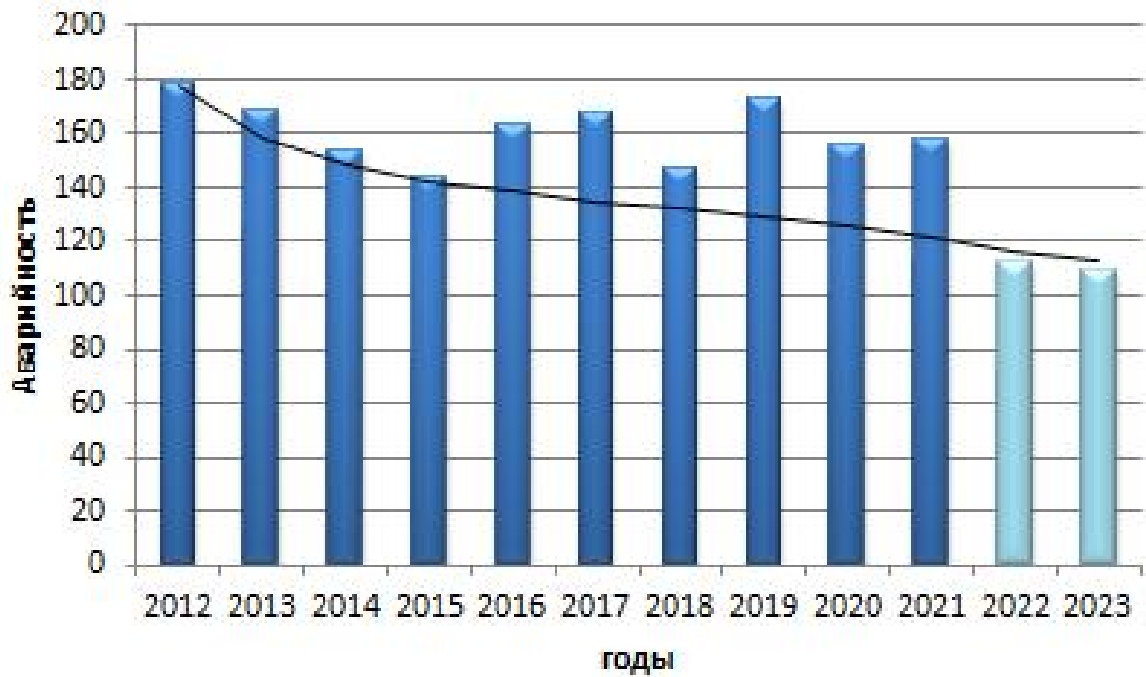


Рисунок 55 – Прогноз количества ДТП с участием детей

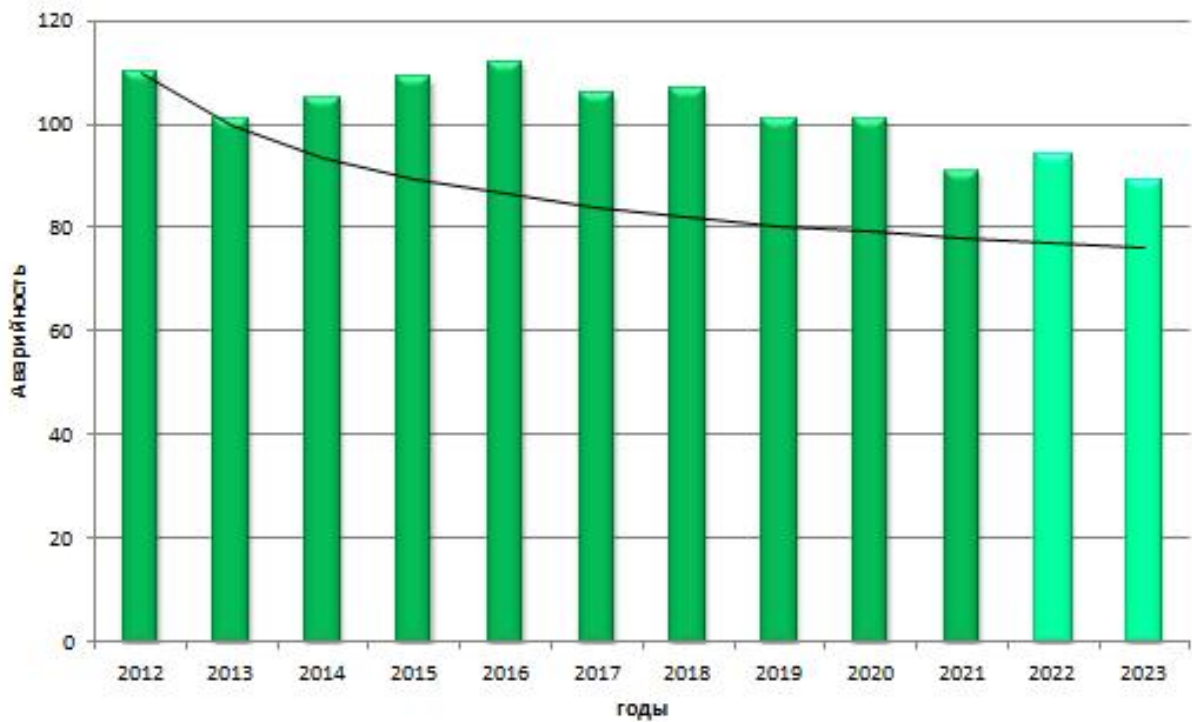


Рисунок 56 – Прогноз количества ДТП по вине водителей, находившихся в состоянии алкогольного опьянения

По формуле (62) вычислены критерии согласия, позволяющие дать заключительную оценку: если полученные результаты вероятностей согласо-

вания находятся в пределах $0,3 < p < 0,999$, то выбор теоретического закона распределения $\lambda(t) = (\beta/\alpha)t^{\beta-1}$ необходимо считать верным. Это подтверждает сам факт того, что происходит согласование с физической точки зрения [137].

Таким образом, двухпараметрическое распределение Вейбулла позволяет учесть два параметра (более напряженное время суток, места УДС с повышенной аварийностью). В зависимости от гистограммы и угла экспоненциальной кривой можно увидеть реальную аварийность на дорогах с учетом вызвавших ее причин.

Обычная экспоненциальная кривая не учитывает изменения дорожно-транспортной инфраструктуры, что в свою очередь позволяет учесть распределение Вейбулла (учитывает модификацию организационных и технических мероприятий ОДД).

3.3 Прогнозирование количества ДТП на основании использования нейронечетких сетей

Решить задачу прогнозирования ДТП в городских агломерациях можно при построении адаптивной системы нейронечеткого вывода. Адаптивная система дает возможность разработать гибридную сеть, базирующуюся на основе теории нечеткой логики.

Традиционным способом решения задач такого характера являются модели технического анализа. Различные индикаторы моделей технического анализа повышают эффективность функционирования систем. Наличие постоянно меняющихся тенденций, имеющих динамический характер, позволяет как раз использовать модель адаптивных нейронечетких сетей [188].

Исходными данными являются количество ДТП за прошедшие годы (таблица 14). В качестве входных переменных было принято четыре лингвистических переменных, на выходе – одна. Обучающие данные за последние 10 лет по количеству ДТП в Белгородской городской агломерации представлены в (приложение Е, таблица 1).

Таким образом, объем полученной, обучающей выборки равен 7, что соответствует динамике изменения количества ДТП с 2012 по 2022 гг.

Данные представлены за 10 лет. Некоторые значения не вошли в обучение выборки, так как их принято использовать при осуществлении проверки на адекватность разработанной нечеткой модели.

Перед генерацией структуры системы нечеткого вывода типа Сугено задано для каждой из входных переменных по 3 лингвистических термина, а в качестве типа их функций принадлежности (ФП) выбраны треугольные функции. Линейная функция задана при построении ФП выходной переменной.

Гибридный метод позволяет обучить полученную модель с уровнем ошибки равным нулю. Количество циклов обучения примем равным 10.

После того, как произойдет завершение обучения гибридной сети можно осуществить анализ ошибки обучения. В данном случае практически окончательно было завершено обучение после прохождения 10-го цикла.

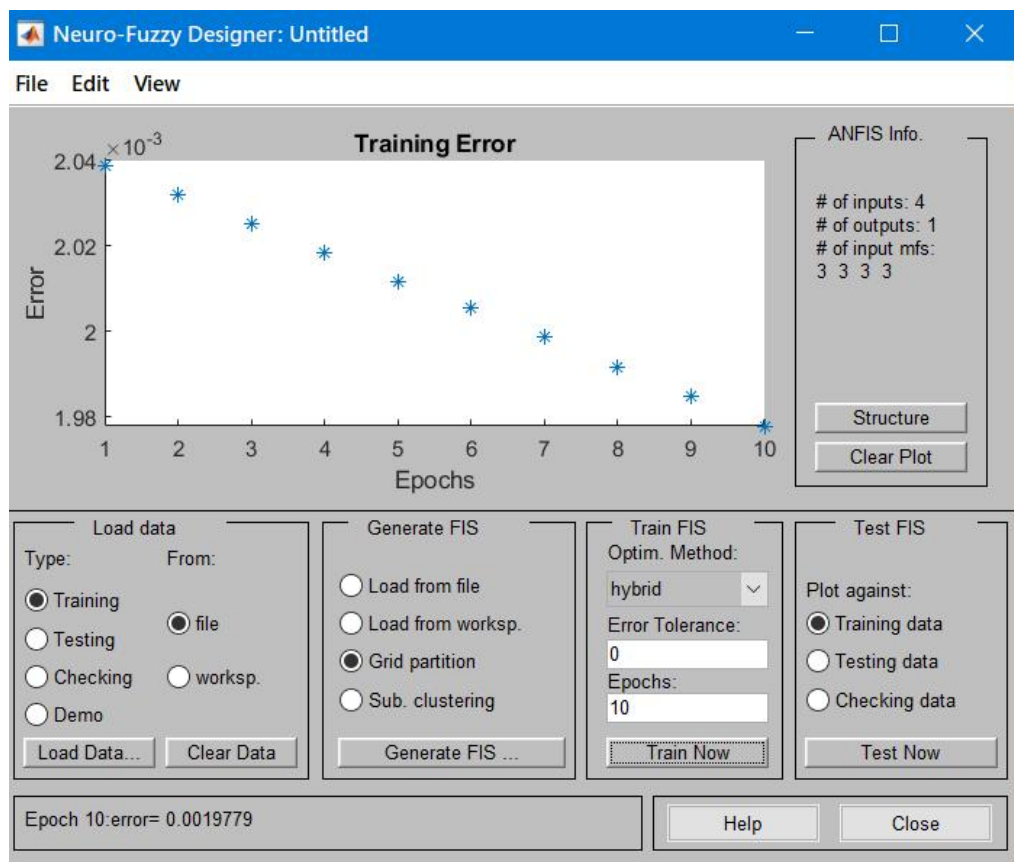


Рисунок 57 – Графическое построение и визуализация ошибок при обучении в зависимости от количества циклов обучения

Визуализация структуры представленной модели гибридной сети можно увидеть на рисунке 89.

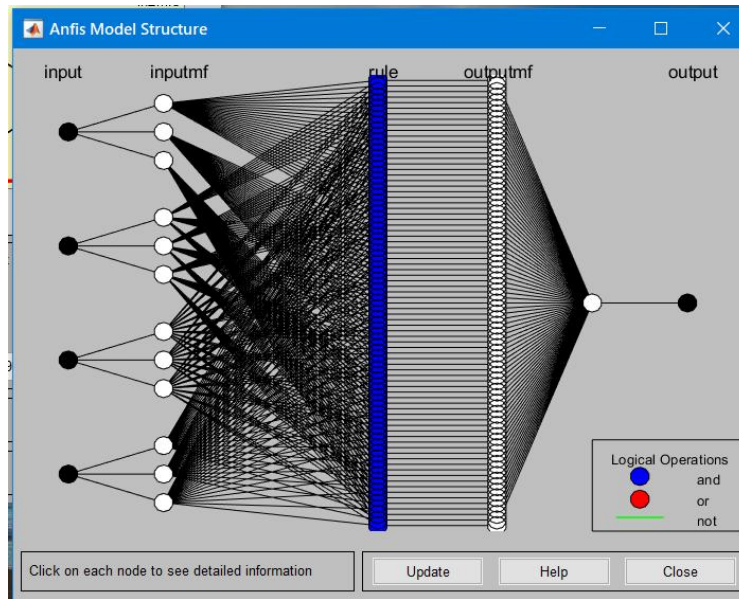


Рисунок 58 – Структура сгенерированной системы нечеткого вывода

Таким образом, графическая наглядность данной модели говорит о том, что созданная гибридная сеть нейронечеткого вывода включает в себя 81 правило. В связи с большим количеством получившихся правил, проведение контроля по визуализации и оценке немного затруднено.

Проверка адекватности построенной модели гибридной сети осуществлена при помощи ретроспективного прогноза.

```

Command Window
Outputs: [1x1 fismat]
Rules: [1x81 fisrule]
DisableStructuralChecks: 0

See 'getTunableSettings' method for parameter optimization.

>> out=evalfis([218 227 237 247],trafficaccident)
Warning: Syntax evalfis(x,fis,options) will be removed in a future release. Use evalfis(fis,x,options) instead.
> In fuzzy_internal_utility.evalfis (line 18)
In evalfis (line 98)
Warning: Input 1 expects a value in range [227 323], but has a value of 218.
> In fuzzy_internal_utility.throwWarning (line 17)
In fuzzy_internal_utility.evalfis (line 97)
In evalfis (line 98)
Warning: Input 2 expects a value in range [237 347], but has a value of 227.
> In fuzzy_internal_utility.throwWarning (line 17)
In fuzzy_internal_utility.evalfis (line 97)
In evalfis (line 98)
Warning: Input 3 expects a value in range [247 382], but has a value of 237.
> In fuzzy_internal_utility.throwWarning (line 17)
In fuzzy_internal_utility.evalfis (line 97)
In evalfis (line 98)
Warning: Input 4 expects a value in range [258 451], but has a value of 247.
> In fuzzy_internal_utility.throwWarning (line 17)
In fuzzy_internal_utility.evalfis (line 97)
In evalfis (line 98)

out =

    208.9969

fx >>

```

Рисунок 59 – Результат оценки разработанной гибридной сети

Выполнение функции командной строки `evalfis` позволило рассчитать значение выходной переменной равное 209. Ретроспективный анализ позволяет сделать выводы о том, что полученный результат имеет практически полное совпадение с имеющимися данными.

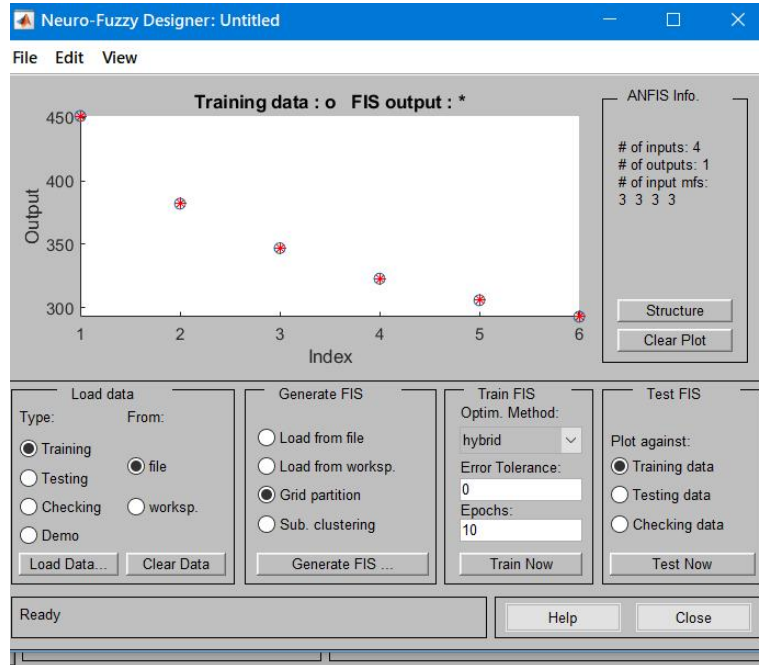


Рисунок 60 – Training

В ходе проведения проверки на адекватность гибридной модели установлена высокая степень достоверности полученных результатов, что говорит о возможности ее применения при прогнозировании аварийности в городской агломерации.

Таким образом, применение адаптивных систем нейронечеткого вывода в области БДД является конструктивным способом проведения технического анализа БДД.

3.4 Построение математической модели, позволяющей осуществить оценку ДТС в городской агломерации

Методы прогнозирования ДТП позволят обеспечить БДД за счет своевременного представления информации дорожным службам, которые

эффективно распределяют ресурсы и оперативно среагируют на сложившуюся ситуацию [189].

Основополагающими моментами при анализе и прогнозе аварийности на дорогах страны являются комплексный подход, в основе которого заложены математические, статистические, психологические и топографические методы научного познания.

При исследовании рассматриваемой проблемы установлено, что применение единственного метода с целью получения эффективности результатов на сегодняшний день не позволяет решить поставленной задачи в области ОДД и БДД. Лишь совокупность методов и методик позволит в комплексе решить данную проблему обеспечения БДД в городских агломерациях, если они не противоречат друг другу [190].



Рисунок 61 – Графическое представление информационно-статистической модели

1. Интенсивность движения ТП

Исходные данные:

N	m ₁	m ₂	Kxy ₁	Dx	a	b	n	k ₁	k ₂	k ₃
...

Расчет математического ожидания тренда:

$$\begin{cases} \bar{y}_1 = \frac{1}{3}(y_{l-1} + y_l + y_{l+1}) \\ \bar{y}_0 = \frac{1}{6}(5y_0 + 2y_1 + y_2) \\ \bar{y}_l = \frac{1}{6}(-y_{n-2} + 2y_{n-1} + 5y_n) \end{cases}$$

$$\omega_1(t) = t - \frac{n}{2} + \sum_{k=1}^p \cos \frac{2\pi kt}{n+1} - \frac{2}{n+1} \sum_{k=1}^p \left(\sum_{l=0}^n \sin \frac{2\pi kt}{n+1} \right) \sin \frac{2\pi kt}{n+1}$$

$$m_y(t) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^p \left(\alpha_k \cdot \cos \frac{2\pi kt}{n+1} + \beta_k \cdot \sin \frac{2\pi kt}{n+1} \right) + \mu \omega_1(t)$$

$$\alpha_0 = \frac{1}{n+1} \sum_{i=0}^n y_i \quad \alpha_k = \frac{2}{n+1} \sum_{i=0}^n y_i \cdot \cos \frac{2\pi ki}{n+1} \quad \beta_k = \frac{2}{n+1} \sum_{i=0}^n y_i \cdot \sin \frac{2\pi ki}{n+1} \quad \mu = \frac{\sum_{i=0}^n y_i \omega_1(i)}{\sum_{i=0}^n \omega_1^2(i)}$$

$$F = \frac{n-1}{l} \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2}$$

$$F > F_{1-\alpha}(l, n-1)$$

Построение доверительного интервала:

$$z_1(t) \leq m_y(t) \leq z_2(t) \quad z_k = m_y(t) \mp \sigma[m_y(t)] \cdot t_{1-\alpha/2, (n-2p-1)} \quad \sigma^2 = \frac{1}{n-2p-1} \sum_{i=1}^n [y_i - m_y(t_i)]^2$$

Прогнозируемые значения интенсивности движения ТС:

Время, месяцы	Интенсивность движения ТС, авт/мес	Точечный прогноз	Значения тренда m _t (t)	Среднеквадратичные отклонения σ[m _t (t)]	Граница доверительного интервала z ₁ (t)	Граница доверительного интервала z ₂ (t)
январь	1008348	1035457	1079574	88102,5	901607	1257541
февраль	864522	1037287	1072189	88390,92	893639	1250739
март	861150	1039032	1063177	92964,19	875389	1250964
апрель	1016361	1040680	1053072	78705,91	894086	1212058
май	864958	1042231	1042435	84735,76	871269	1213601
июнь	1145120	1043693	1031846	64812,5	900925	1162767
июль	1074728	1045086	1021870	59693,42	901289	1142451
август	1169546	1046437	1012998	100467,8	810053	1215943
сентябрь	941604	1047775	1005642	103140	797299	1213985
октябрь	1008002	1049133	1000116	89192,08	819948	1178501
ноябрь	893996	1050541	996600,9	92144,59	810469	1182733
декабрь	991427	1052020	995149,8	89072,61	815223	1175076

Прогноз:



2. Распределение Вейбулла

Исходные данные:

t_i	P_i	x_i	y_i	x_i^2	y_i^2	$x_i y_i$
...

наезд на пешехода

ДТП
с участием детей

ДТП с водителями
в алкогольном опьянении

Расчет параметров двухпараметрического закона Вейбулла:

$y = A + Bx;$	$S_x = \sum_{i=1}^n x_i^2 - NX_{cp}^2;$	$\delta_x = \sqrt{\frac{(1-r_{xy}^2)S_x}{N-1}};$
$x_i = \ln(t_i);$	$S_y = \sum_{i=1}^n y_i^2 - NY_{cp}^2;$	$A = Y_{cp} - BX_{cp};$
$y_i = \ln \frac{1}{P_i};$	$S_{xy} = \sum_{i=1}^n x_i y_i - NX_{cp} Y_{cp};$	$B = R_{xy} \sqrt{\frac{S_y}{S_x R_{xy}^2}};$
$X_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N};$	$R_{xy} = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_x S_y}};$	$b = -B;$
$Y_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{N};$	$\delta_y = \sqrt{\frac{(1-r_{xy}^2)S_y}{N-1}};$	$a = \exp\left(-\frac{A}{B}\right);$

Статистические значения:

$M[\lambda(t)] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lambda(t_i);$	$M[\lambda(t)] - t_{\beta} \sqrt{\frac{D[\lambda(t)]}{n}} < M[\lambda(t)] < M[\lambda(t)] + t_{\beta} \sqrt{\frac{D[\lambda(t)]}{n}};$
$D[\lambda(t)] = \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [\lambda(t_i)]^2 - [M[\lambda(t)]]^2 \right\} \frac{n}{n-1};$	$\frac{D[\lambda(t)](n-1)}{X_1^2} < D[\lambda(t)] < \frac{D[\lambda(t)](n-1)}{X_2^2};$
$\sigma[\lambda(t)] = \sqrt{D[\lambda(t)]}$	$\sqrt{\frac{D[\lambda(t)](n-1)}{X_1^2}} < \sigma[\lambda(t)] < \sqrt{\frac{D[\lambda(t)](n-1)}{X_2^2}}$

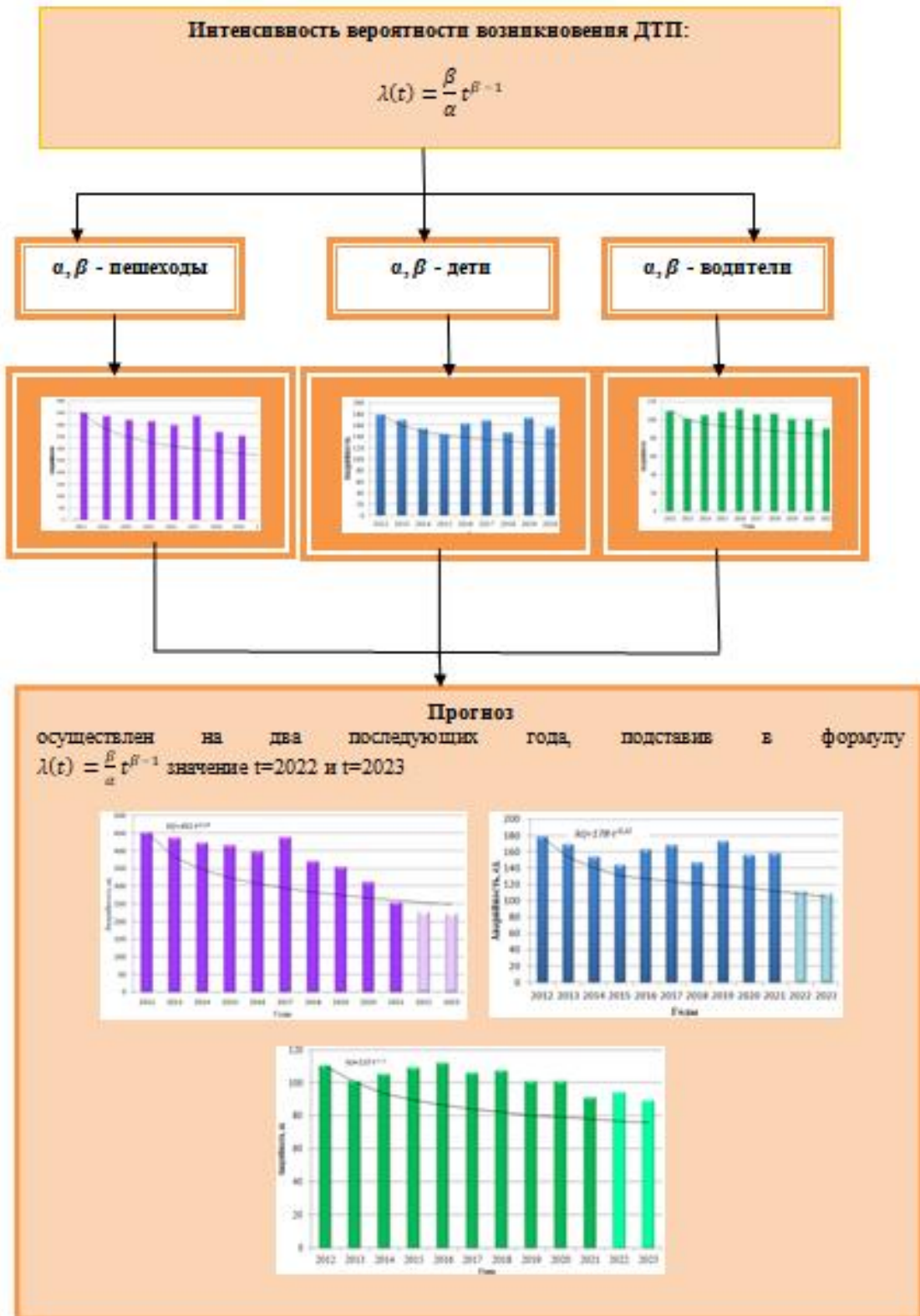
Теоретические значения:

$M[\lambda(t)] = \int_0^{t_1} \frac{\lambda(t) dt}{t_1} = \frac{t_1^\alpha}{\alpha t_1} = \frac{1}{\alpha} t_1^{\alpha-1} = M;$	$\sum_{i=1}^n [\lambda_i(t) - \lambda_i(t)]^2 = \min.$
$D[\lambda(t)] = \frac{1}{t_1 - 1} \int_0^{t_1} [\lambda(t) - M]^2 dt + \frac{\lambda_0}{t_1} = \frac{1}{t_1 - 1} \left[\frac{(\frac{\beta}{\alpha})^\alpha}{2\beta - 1} (t_1^{2\beta-1} - 1) - M^2 t_1 + \frac{2M}{\alpha} - M^2 \right] + \frac{\lambda_0(t)}{t_1};$	

$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{[\lambda_i(t_i) - \lambda_i(t)]^2}{\lambda_i(t)}$, где k – число выбранных интервалов;

$\lambda^*(t)$ – статистическая удельная повреждаемость для i -го интервала;

$\lambda(t)$ – теоретическая удельная повреждаемость для i -го интервала.



3. Определение зависимости количества ДТП от времени суток

Исходные данные

диапазоны времени	дни недели							Итого
	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота	воскресенье	
06.00-10.00(1)	5	3	3	2	1	1	4	19
10.01-14.00(2)	3	3	1	1	1	0	3	12
14.01-18.00(3)	3	7	3	2	6	3	3	27
18.01-22.00(4)	3	4	4	6	4	7	8	36
22.01-02.00(5)	3	2	0	2	2	1	5	15
Итого	17	19	11	13	14	12	23	109

дни недели (понедельник-воскресенье); диапазоны времени: 06.00-10.00(1); 10.01-14.00(2); 14.01-18.00(3); 18.01-22.00(4); 22.01-02.00(5); количество ДТП в характерные промежутки времени (x_i), n – количество дней недели.

Расчет параметров случайного процесса

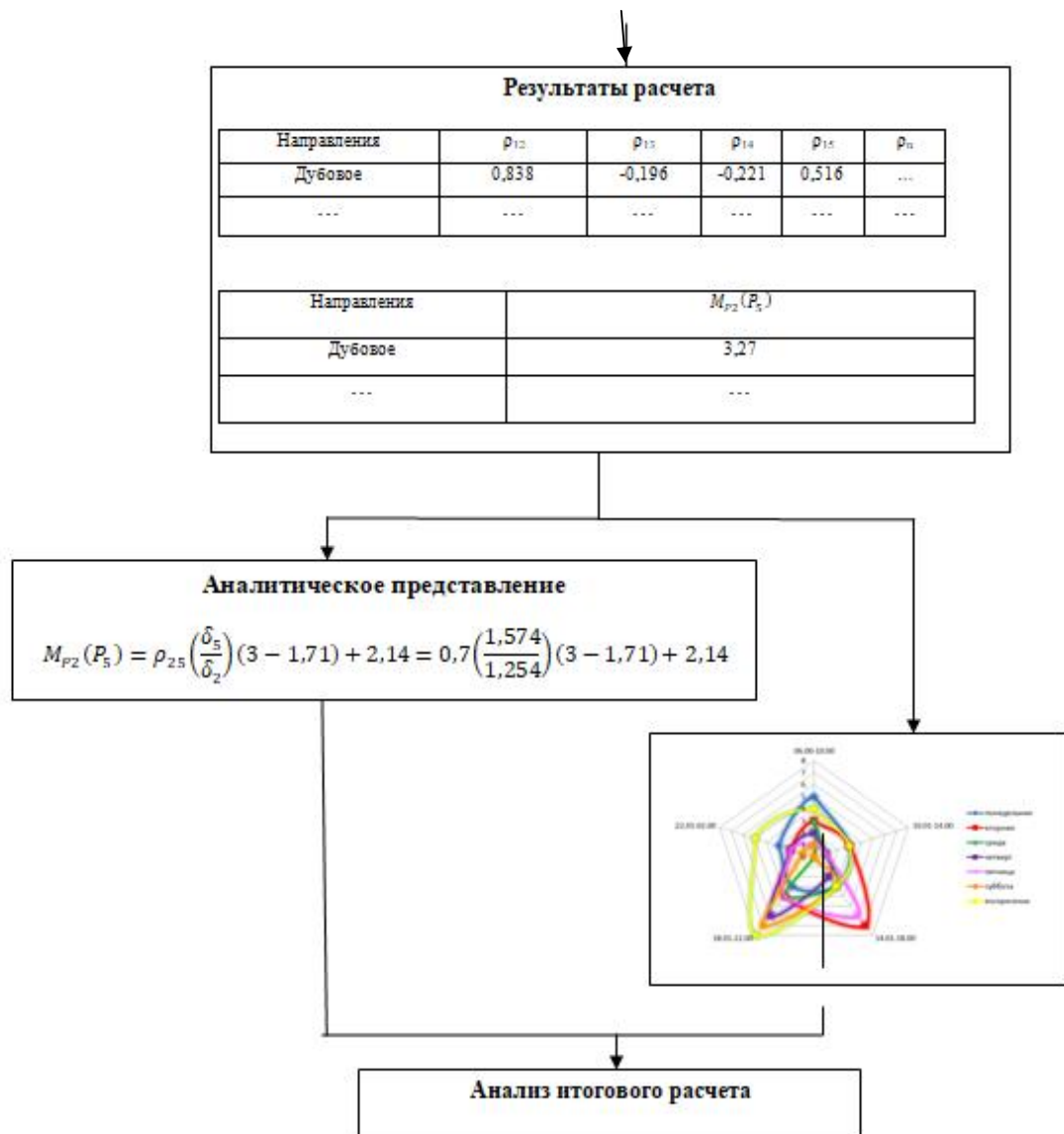
математическое ожидание для сечения t_k	$m_x(t_k) = \sum_{i=1}^n x_i(t_k)/n$
Дисперсия для сечения t_k	$D_x(t_k) = \sum_{i=1}^n [x_i(t_k) - m_x(t_k)]^2 / (n - 1)$
Корреляционный коэффициент для сечений t_k и t_r	$\rho_x(t_k, t_r) = \frac{\sum_{i=1}^n [x_i(t_k) - m_x(t_k)][x_i(t_r) - m_x(t_r)]}{(n - 1)\delta_x(t_k)\delta_x(t_r)}$

$$M_y(\varepsilon) = r \left(\frac{\delta_\eta}{\delta_\varepsilon} \right) (x - a) + b,$$

где a и δ_ε – математическое ожидание и стандартное отклонение величины ε ;
 b и δ_η – математическое ожидание и стандартное отклонение величины η .

Результаты расчета

Направления	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
Дубовое	2,71	1,74	3,85	5,14	2,14
...
Направления	D_1	D_2	D_3	D_4	D_5
Дубовое	2,238	1,571	3,476	3,476	2,476
...
Направления	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4	δ_5
Дубовое	1,496	1,254	1,864	1,864	1,574
...



Таким образом, на основании эмпирических зависимостей между интенсивностью движения ТС и временем суток, применения двухпараметрического закона распределения Вейбулла впервые разработана математическая модель оценки ДТС, позволяющая осуществить прогноз интенсивности движения ТС и количества ДТП для формирования управляющих воздействий, которые могут включать в себя правоприменительную практику, социальный маркетинг, изменение скоростного режима движения.

3.5 Выводы по главе

1. Полученные аналитические зависимости позволяют прогнозировать интенсивность движения ТС и в соответствии с прогнозами принимать технические решения.

2. Разработан теоретический подход прогнозирования интенсивности движения ТП на основе математической статистики и теории вероятностей. Расчетным методом подтверждена достоверность полученных результатов прогнозируемых значений интенсивности движения ТС.

3. Разработан теоретический подход прогнозирования количества ДТП на основании двухпараметрического распределения Вейбулла, позволяющий оценить ДТС в городской агломерации.

4. Результаты прогнозирования количества ДТП с участием водителей, находившихся в состоянии алкогольного опьянения, пешеходов, детей, аппроксимированные законом распределения Вейбулла приняли следующий вид соответственно: $\lambda(t)=110 \cdot t^{-0,15}$, $\lambda(t)=451 \cdot t^{-0,19}$, $\lambda(t)=178 \cdot t^{-0,22}$.

5. Представлен прогноз количества ДТП на основании использования теории нечетких множеств, в основе которого заложено обучение нейронечеткой гибридной сети.

6. Построена математическая модель, позволяющая осуществить оценку ДТС городской агломерации с целью обеспечения БДД.

ГЛАВА 4 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ТП В ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

4.1 Анализ существующих моделей управления ТП

Проведенный литературный обзор российских и зарубежных ученых показал, что огромное количество исследователей в области транспорта, математики, физики и других наук значительное время уделяли теории транспортных потоков, хотя транспортный процесс относится к мало и недостаточно изученным вопросам. Существует ряд факторов, которые учитывают в транспортном процессе, представленные в научных работах [191-195].

Наиболее популярной является классификация по уровню детализации ТП [199], где выделяют макроскопические модели, мезоскопические модели, микроскопические модели, субмикроскопические модели.

Рассмотрим более подробно микроскопические модели. В микроскопических моделях происходит описание каждого ТС в отдельности. После появления мощных технических инструментов и машин, позволяющих выполнять большие объемы различных математических операций, стало популярным применение микроскопических моделей. Такие модели хорошо подходят для представления движения по дороге с несколькими полосами, потому что могут описывать реалистичные правила перемещения автомобилей [193, 196-198].

Модель «следования за лидером», разработанная А. Решель (1950) и Л. Пайпс (1953), была одной из первых [188]. Основной идеей этой модели является взаимодействие между автомобилем-лидером и следующими за ним. Данную теорию постоянно преобразовывали, добавляя изменения, учитывающие время реакции водителя, время срабатывания привода трансмиссии, дистанцию между автомобилями и др.

В 1959 г. сотрудники General Motors [200] создали микромодель для изучения движения автомобилей на одной полосе. Они стремились разработать фундаментальную диаграмму, которая позволила бы более точно описывать этот процесс. Впоследствии Ньюэлл в 1961 г. предложил модель, дополняющую предыдущую разработку [201]. В этой модели были учтены основные факторы, включая безопасную скорость каждого водителя, зависящую от расстояния до ведущего автомобиля.

При объединении представленных моделей получается микромодель «разумного водителя» [202]. Модель «разумного водителя» впервые получил Трайбер (1999 г.). Движение в модели описывается как сочетание двух стратегий: ускорения и торможения. В зависимости от расстояния до впереди идущего автомобиля приоритет отдается одной из них. Модель Трайбера учитывает психофизиологию водителей для реалистичного моделирования.

Очень удобным аппаратом для реализации микроскопических моделей оказались клеточные автоматы [192]. Предложил такую модель Дж. Фон Нейман в начале 1950-х гг. [202]. В моделях клеточных автоматов дорога разбивается на клетки, время считается дискретным. Достоинством такого подхода является высокая эффективность при компьютерном моделировании. Недостатком же является относительно низкая точность в микроскопических масштабах, из-за дискретной природы клеточного автомата.

Применение микроскопических моделей позволяет получить разнообразную информацию о характеристиках ТП. В частности, можно определить среднюю скорость движения ТС, время, проведенное в пути ТС и их пассажирами, длину очереди, время задержек в пути, а также минимальную и максимальную скорости движения.

Главное преимущество микроскопических моделей заключается в том, что основные характеристики ТП можно оценить с высокой точностью. Но при этом имеются некоторые недостатки, а именно, большой объем данных, огромное количество пробных вариантов рассматриваемого процесса при моделировании,

регулярная калибровка параметров; чувствительность к возникающим ошибкам, сложности в получении аналитических зависимостей [197].

В настоящее время исследования, связанные с управлением ТП с целью обеспечения БДД с помощью моделирования, остаются актуальными и современными. Несмотря на то, что многие модели имеют множество преимуществ, они также обладают некоторыми недостатками, не полностью учитывающими характеристики ТП. Это указывает на отсутствие окончательной модели, которая бы в полной мере удовлетворяла требованиям моделирования ТП [196, 202].

4.2 Методология нечеткого моделирования применительно к техническим вопросам

Еще 35 лет назад была предложена теория нечетких множеств. Данная теория была разработана американским математиком Lotfi Zadeh и позволила описывать понятия, не имеющие четких границ с целью дальнейшего оперирования данными и получения новых результатов. Построение моделей с помощью полученных методов расширяет направление научных исследований и область их применения. Такое направление является разделом математики и имеет название нечеткое моделирование [188].

С помощью нечеткой логики можно описывать процессы, позволяющие осуществлять внедрение методов нечеткого управления. В основе таких методов лежит мышление человека, а вот при помощи их имеется потенциал, отражающий процессы и алгоритмы.

Теория нечетких множеств допускает всевозможные уточнения, которые целесообразно применять для наиболее адекватного отражения семантики неопределенности во время построения нечетких моделей сложных систем. Лингвистическая переменная является основным элементом при описании термина в управляемой системе теории нечетких множеств. Лингвистическая переменная качественно описывает входные и выходные переменные.

В случае определенных условий, которыми являются, во-первых, что базовое терм-множество известно, а также имеет соответствующие ФП для каждого терма и определено как кортеж: $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$ [188, 203], где β – наименование лингвистической переменной; T – множество термов лингвистической переменной; X – область определения переменных; G – синтаксическая процедура, описывающая процесс возникновения новых значений для существующей лингвистической переменной; M – семантическая процедура, позволяющая сопоставить все значения переменных [203], то можно утверждать, что лингвистическая переменная задана.

Таблица 17 – Символическое обозначение термов

Символическое обозначение	Англоязычная нотация	Русскоязычная нотация
NB	Negative Big	Отрицательное большое
NM	Negative Middle	>> среднее
NS	Negative	>> малое
ZN	Zero Negative	>> близкое к нулю
Z	Zero	Нуль, близкое к нулю
ZP	Zero Positive	Положительное близкое к нулю
PS	Positive Small	>> малое
PM	Positive Middle	>> среднее
PB	Positive Big	>> большое

По последовательности, представленной ниже, функционируют основные положения нечеткой логики, необходимые для разработки систем нечеткого вывода [202].

1. Фаззификация: процедура, разработанная для перехода от четких данных входных переменных к нечетким. Выбор вида и взаимного расположения ФП входных лингвистических переменных.

2. Агрегирование: процедура, разработанная и определяющая степени истинности условий для каждого правила.

3. Активизация: процедура, разработанная и определяющая степени истинности заключений каждого правила.

4. Аккумуляция: процедура, разработанная и объединяющая степени истинности заключений всей базы правил.

5. Дефаззификация: процедура, позволяющая осуществить переход от нечеткого значения выходной переменной к четкому.

4.3 Описание лингвистических переменных, характеризующих параметры движения ТП

Выбор пути движения ТС водителем заключается в основных условиях, способствующих безопасно, комфортно и быстро проезжать выбранный маршрут.

Лингвистические переменные и ФП, соответствующие им [204], определяются при помощи базового терм-множества.

Для создания модели управления движением ТП были приняты три входных лингвистических переменных для фаззи-регулятора [205, 206], которые образуют входной вектор $\beta = [\beta_1, \beta_2, \beta_3]$, и одна выходная лингвистическая переменная β_4 , где β_1 – интенсивность движения ТП; β_2 – темп изменения количества ДТП, происходящих на участках УДС с повышенной аварийностью; β_3 – коэффициент безопасности; β_4 – скорость движения ТП [151].

Собранные экспериментальные значения об интенсивности движения ТП имеют диапазон, включающий в себя от 0 до 5000 автомобилей за час. Диапазон изменения для первой лингвистической переменной принят $\Delta\beta_1 = [0; 5000]$. Первая переменная описана пятью ФП, которые распределены между собой равномерно по предложенному диапазону:

- VS (Very Small) – «очень малое» [0; 0; 300; 1250];
- S (Small) – «малое» [0; 1250; 2500];
- M (Medium) – «среднее» [1250; 2500; 3750];

- B (Big) – «большое» [2500; 3750; 5000];
- VB (Very Big) - «очень большое» [3750; 4700; 5000; 5000].

Вторая переменная β_2 «Темп изменения количества ДТП, происходящих на участках УДС с повышенной аварийностью» разбита на три диапазона, каждый из которых описан качественной характеристикой (термой):

- NS (Negative Small) – «отрицательное малое» [-7; -7; -5; 0];
- Z (Zero) – «нулевое» [-5; 0; 5];
- PS (Positive Small) – «положительное малое» [0; 5; 7; 7].

Диапазон изменения для третьей переменной β_3 «Коэффициент безопасности» распределен от менее 0,5 и до более 0,75.

Учитывая предложенные условия, β_3 находится в интервале [менее 0,55; более 0,7]. Описание третьей переменной β_3 включает три ФП, равномерно распределенные по всему диапазону:

- S (Small) – «малое» [0; 0; 0,2; 0,45];
- M (Medium) – «среднее» [0,2; 0,45; 0,7];
- B (Big) – «большое» [0,45; 0,7; 1; 1].

На основании статистических данных в городской агломерации для формирования скорости движения ТП выбран диапазон значений для выходной лингвистической переменной $\Delta\beta_4=[20; 100]$. Произвести описание β_4 позволили пять ФП, распределенных по всему диапазону изменения равномерно [151]:

- VS (Very Small) – «очень малое» [20; 20; 25; 40];
- S (Small) – «малое» [20; 40; 60];
- M (Medium) – «среднее» [40; 60; 80];
- B (Big) – «большое» [60; 80; 100];
- VB (Very Big) – «очень большое» [80; 95; 100; 100].

4.4 Построение терм ФП и получение поверхности нечеткого вывода

При программной реализации системы нечеткого вывода использованы ФП

нечетких лингвистических переменных треугольной и трапецидальной форм, так как они приводят систему к простому виду и более точным результатам. Нечеткие лингвистические переменные описываются треугольной формой ФП, за исключением крайних диапазонов, ФП которых принято описывать трапецидальной формой. Трапециевидная ФП задается вектором из четырех значений. Эти значения соответствуют абсциссам вершин трапеции. Например, ФП $F_2 = [f_1, f_2, f_3, f_4]$. Аналогичным способом осуществляется формирование треугольной ФП $F_1 = [f_5, f_6, f_7]$. Используемые ФП отражены на рисунке 62.

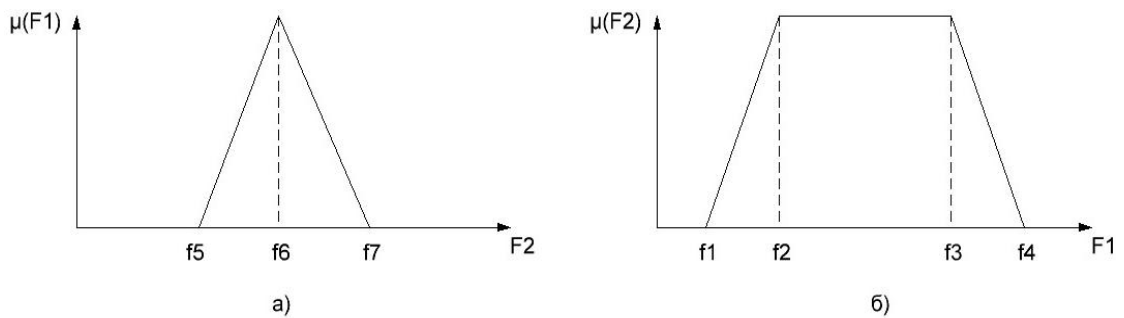


Рисунок 62 – Виды ФП, используемых при разработке модели управления движением ТП: а - треугольная ФП; б - трапециевидная ФП

ФП для лингвистической переменной β_1 «Интенсивность движения транспортного потока» указана на рисунке 63.

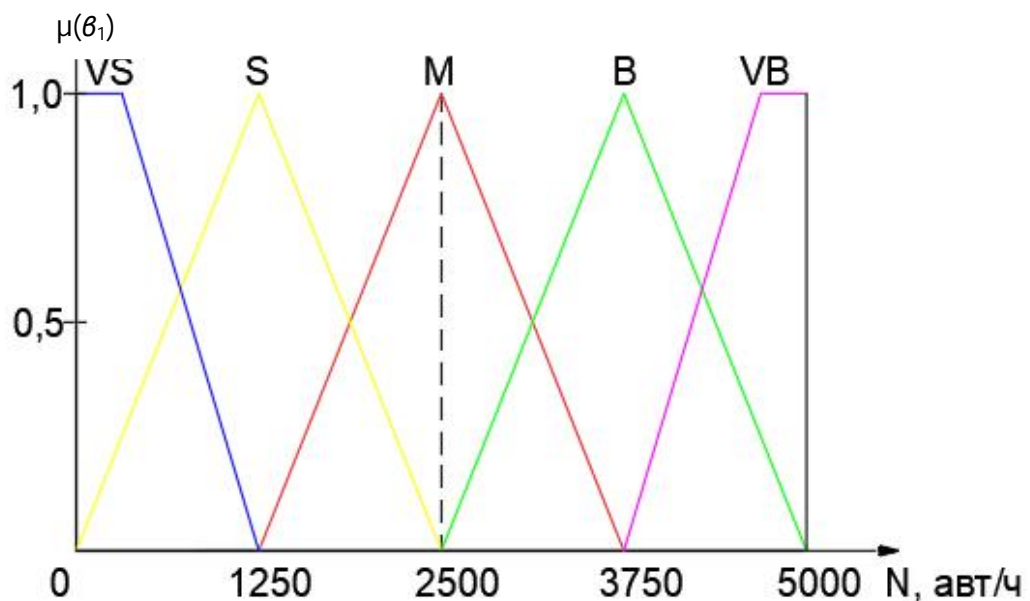


Рисунок 63 – ФП для лингвистической переменной β_1 «Интенсивность движения транспортного потока»

С целью проведения дальнейших преобразований необходимо получить формы нечетких терм, характеризующих лингвистическую переменную β_2 «Темп изменения количества ДТП, происходящих на участках УДС с повышенной аварийностью». Для этого сформирована (19), основанная на расчетных данных из таблицы 18. Полученная согласно теории принятия решений (19) содержит статистические величины, основанные на положениях нечеткой логики [151, 196]. Полученные в результате расчетов темпа изменения количества ДТП $\frac{dn}{dt}$, происходящих на участках УДС с повышенной аварийностью значения, разделены на 7 интервалов. Исходя из попадания в каждый интервал хотя бы одной расчетной точки, выбрано именно такое количество интервалов. В каждой из трех строк, соответствующих всем интервалам в отдельности, содержится количество попаданий расчетных значений в один из интервалов и вместе они образуют матрицу (v_{ij}) , $i = 1 \div 3$, $j = 1 \div 7$.

Последняя строка таблицы 18 отображает значения элементов, равных $U_{S_j} = \sum_{i=1}^n U_{ij}$, из которых выбрано максимальное. В этой строке выбран максимальный элемент $U_{S_{\max}} = \max U_{S_j}$, принимаемый $v_{\Sigma \max} = 39$.

Таблица 18 – Статистические данные расчета темпа изменения количества ДТП $\frac{dn}{dt}$, происходящих на участках УДС с повышенной аварийностью значения

Лингвистический терм	Количество значений $\frac{dn}{dt}$, попадающих в соответствующий интервал						
	(-7; -5)	(-5; -3)	(-3; -1)	(-1; 1)	(1; 3)	(3; 5)	(5; 7)
NS	4	9	9	12	0	0	0
Z	1	9	9	16	12	9	2
PS	0	0	0	11	12	9	5
v_{Σ}	5	18	18	39	24	18	7

Далее все элементы v_{ij} таблицы (кроме последней строки) преобразованы в формуле:

$$u_{ij} = \frac{U_{ij} > U_{S_{\max}}}{U_{S_j}}. \quad (68)$$

Для построения ФП лингвистической переменной β_2 «Темп изменения количества ДТП, происходящих на участках УДС с повышенной аварийностью» найдены максимальные значения элементов в строке преобразованной таблицы 19

$$U_{i \max} = \max U_{ij}.$$

Таблица 19 – Преобразованные статистические данные расчета темпа изменения количества ДТП $\frac{dn}{dt}$, происходящих на участках УДС с повышенной аварийностью

Лингвистический терм	Преобразованные значения v_{ij}							$v_{i \max}$
	(-7; -5)	(-5; -3)	(-3; -1)	(-1; 1)	(1; 3)	(3; 5)	(5; 7)	
NS	31,2	19,5	19,5	12	0	0	0	31,2
Z	39	19,5	19,5	16	19,5	19,5	11,1	39
PS	0	0	0	11	19,5	19,5	27,8	27,8

По формуле рассчитаны значения ФП:

$$\eta_j = \frac{U_{ij}}{U_{i \max}}. \quad (69)$$

После полученных расчетов сформирована 20, в которой указаны значения функции принадлежности лингвистической переменной β_2 «Темп изменения количества ДТП, происходящих на участках УДС с повышенной аварийностью» и график ФП (рисунок 64).

Таблица 20 – Расчетные значения ФП лингвистической переменной β_2

Лингвистический терм	Значения ФП μ_{ij}						
	(-7; -5)	(-5; -3)	(-3; -1)	(-1; 1)	(1; 3)	(3; 5)	(5; 7)
NS	0,8	0,5	0,5	0,3	0	0	0
Z	1	0,5	0,5	0,55	0,45	0,4	0,28
PS	0	0	0	0,28	0,5	0,5	1

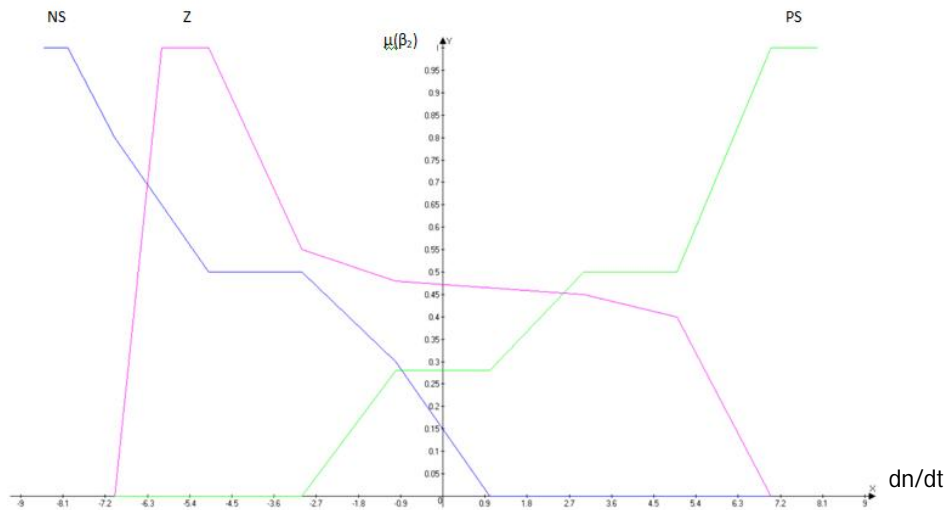


Рисунок 64 – ФП лингвистической переменной β_2 «Темп изменения количества ДТП, происходящих на участках УДС с повышенной аварийностью»

При построении графика каждое полученное значение μ_{ij} было отложено по оси ординат. В результате все отображенные точки соединили между собой, получив многоугольные ФП.

На рисунке 65 представлены ФП для лингвистической переменной β_2 «Темп изменения количества ДТП, происходящих на участках УДС с повышенной аварийностью», интерполированные относительно графика, указанного на рисунке 95.

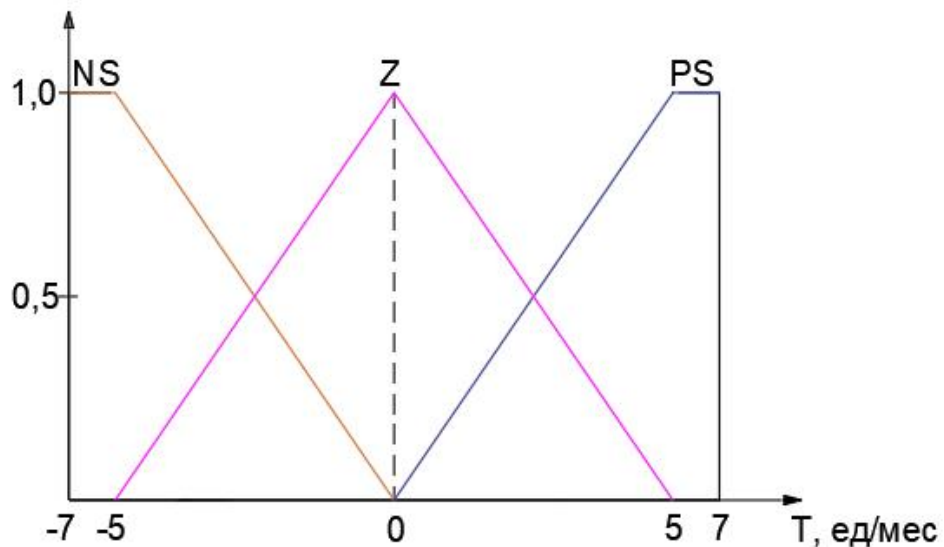


Рисунок 65 – ФП для лингвистической переменной β_2 «Темп изменения количества ДТП, происходящих на участках УДС с повышенной аварийностью»

На рисунке 66 представлены ФП для лингвистической переменной β_3 .

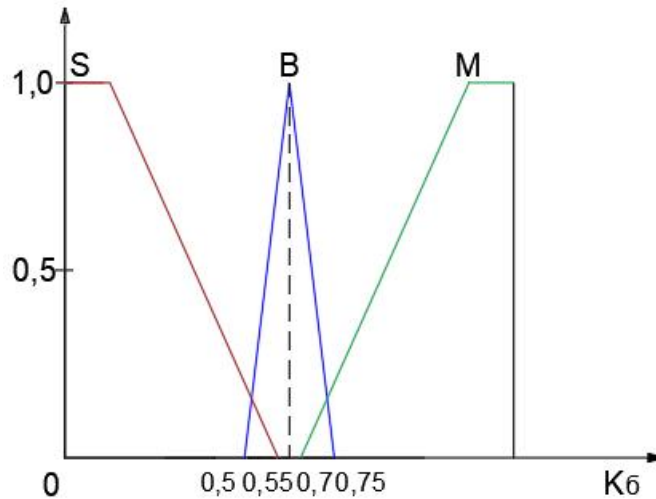


Рисунок 66 – ФП для лингвистической переменной β_3 «Коэффициент безопасности»

На рисунок 67 представлены ФП для лингвистической переменной β_4 «Скорость движения ТП».

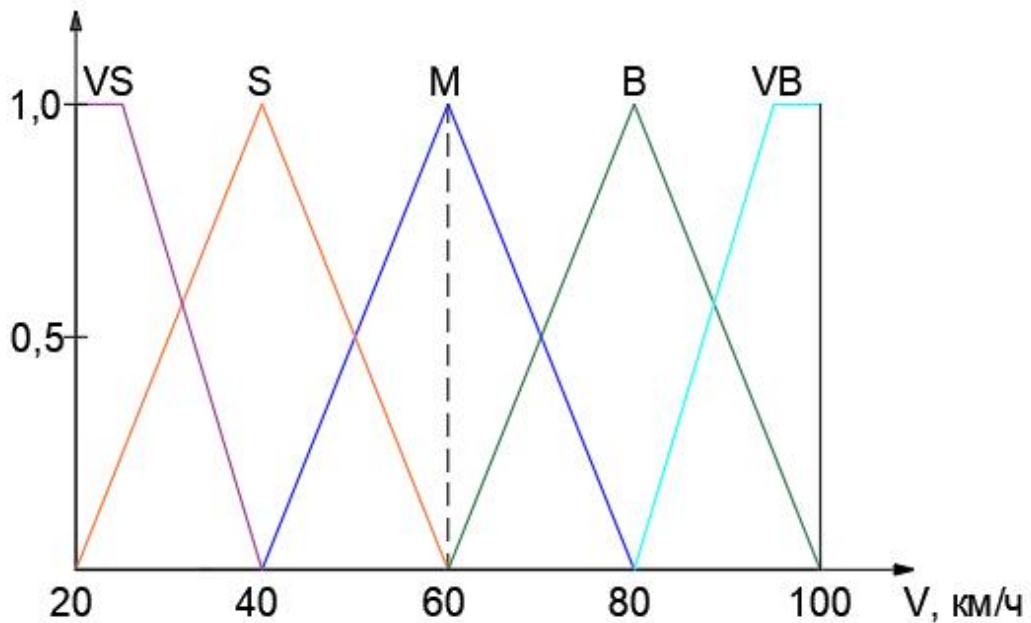


Рисунок 67 – ФП для лингвистической переменной β_4 «Скорость движения ТП»

Для построения нечетких правил при создании нечеткой модели существует достаточно большое количество подходов. В качестве одного из подходов представляется возможным использовать для достижения поставленных целей изучение опыта эксплуатации системы управления и моделирования действий

оператора. В этом случае для выработки управляющего воздействия нет необходимости проводить аналитические вычисления. Ниже представлены результаты исследования эффективного управления скоростью движения ТП [151]:

1. Состояние системы определяет темп изменения количества ДТП, происходящих на участках УДС с повышенной аварийностью (отношение разности между конечным количеством ДТП и начальным к изменению времени) (его величину и знак). Если полученное значение велико (мало), то это означает, что значение скорости движения ТП велико (мало); если оно положительно (или отрицательно), это означает, что скорость движения ТП увеличивается (уменьшается).

2. Основной задачей управления ТП является создание оптимальной скорости движения ТП (оптимального режима управления скоростью движения ТП). При этом необходимо, чтобы вероятность возникновения ДТП стремилась к нулю, а тяжесть последствий была минимальной.

3. Коэффициент безопасности и интенсивность движения ТП оказывают влияние на диапазон изменения скорости движения ТП.

4. Основное воздействие на ТП определяется через выбор скорости движения ТП для различных значений его интенсивности.

4.5 Создание базы правил для построения модели управления скоростью движением ТП

Система управления скоростью движения ТП включает в себя 45 правил нечеткой продукции, базирующаяся на собранных статистических результатах и цифрах, полученных и обработанных с помощью документального изучения из карточек учета ДТП. Весовой коэффициент соответствует $k_g=1$ для всех разработанных правил, приведенных в (приложение Е, таблица 2).

Примером правил нечеткого вывода определены следующие пять правил:

- 1) ЕСЛИ $\beta_1=VS$ И $\beta_2=NS$ И $\beta_3=S$ ТО $\beta_4=M$;
- 2) ЕСЛИ $\beta_1=S$ И $\beta_2=Z$ И $\beta_3=M$ ТО $\beta_4=B$;
- 3) ЕСЛИ $\beta_1=M$ И $\beta_2=PS$ И $\beta_3=B$ ТО $\beta_4=M$;

4) ЕСЛИ $\beta_1=B$ И $\beta_2=Z$ И $\beta_3=S$ ТО $\beta_4=S$;

5) ЕСЛИ $\beta_1=VB$ И $\beta_2=NS$ И $\beta_3=B$ ТО $\beta_4=M$.

Опишем наиболее просто первое правило: ЕСЛИ «Интенсивность движения ТП» β_1 – «очень малое» (VS – Very Small) И «Темп изменения количества ДТП, происходящих на участках УДС с повышенной аварийностью» β_2 – «отрицательное малое» (NS – Negative Small) И «Коэффициент безопасности» β_3 – «малое» (S – Small), ТО «Скорость движения ТП» β_4 – «среднее» (M – Medium) [151].

Среда Matlab позволила произвести реализацию формирования поверхности нечеткого вывода для разработанной модели управления скоростью движения, представленной в следующем подразделе.

4.6 Реализация системы нечеткого вывода в среде Matlab

Алгоритм Мамдани [202, 207, 208] использован для осуществления формирования поверхности нечеткого вывода для разработанной модели, в основе которой заложена база правил предложенной системы управления скоростью движения ТП. Алгоритм прост при реализации, а также является целесообразным при создании предлагаемой системы, обладает высоким качеством при использовании алгоритмов управления.

Последовательность алгоритма заключается в реализации основных этапов нечеткого вывода. Описание этапов процесса нечеткого вывода происходит данным образом: в процессе фаззификации для каждого из подусловий базы нечетких правил « $G_j=a_{ji}$ » устанавливаются степени истинности каждого условия, рассчитанного по (65) [188]:

$$b_{ij} = \mu_{a_{ij}}(G_j), \quad (70)$$

где $i=1 \div n$, $n=45$ – количество правил системы нечеткого вывода, $j=1 \div k$, $k=3$ – количество входных лингвистических переменных, $\mu_{a_{ij}}(\beta_k)$ – ФП терма β_k .

Определение истинности полученных условий позволяет осуществить процедура агрегирования согласно правилам нечеткой продукции. Созданная база правил включает большое количество условий, включающих определенное количество подусловий. Подусловия объединены между собой связкой «И», которую принято называть нечеткой конъюнкцией. Истинность каждого подусловия в результате определена с учетом выражения и в соответствии с нечетким моделированием и управлением [200]:

$$b_i = \max(b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{im}), \quad (71)$$

где m – количество подусловий для i -го правила.

Процедура активизации определяет степень истинности и значения ФП правил системы нечеткого вывода. При этом должны быть выполнены условия: значения весовых коэффициентов равны 1, степень истинности i -го условия равна степени истинности c_i заключения, i – номер правила. С помощью метода min-активации [188] определены значения ФП правил системы нечеткого вывода для выходной лингвистической переменной β_4 :

$$\mu_{di} = \min(c_i, \mu_{di}). \quad (72)$$

Для определения ФП выходной лингвистической переменной необходимо использовать процедуру аккумуляции, в основе которой заложено объединение всех степеней истинности результатов правил системы [188]:

$$\mu(\beta_4) = \max(\mu_{di}(\beta_4), \mu_{du}(\beta_4)), \quad (73)$$

где $u=1 \div n$ и $u \neq i$.

В основе процесса дефаззификации лежит метод центра площади, определяемый, согласно выражению [188]:

$$\int_{Min}^u \mu(\beta_4) d\beta_4 = \int_u^{Max} \mu(\beta_4) d\beta_4, \quad (74)$$

где Min и Max – левая и правая точки интервала носителя [176] нечеткого множества лингвистической переменной β_4 , u – результат дефаззификации.

Реализации системы нечеткого вывода произведена в среде *Matlab* в библиотеке *Fuzzy Logic Toolbox*, в которую включены ниже представленные графические средства редактирования элементов систем нечеткого вывода:

1. Редактор систем нечеткого вывода *FIS*.
2. Редактор ФП систем нечеткого вывода (*Membership Function Editor*).
3. Редактор правил системы нечеткого вывода (*Rule Editor*).
4. Программа просмотра правил системы нечеткого вывода (*Rule Viewer*).
5. Программа просмотра поверхности системы нечеткого вывода (*Surface Viewer*).

Основным средством создания и редактирования систем нечеткого вывода в графическом режиме является редактор *FIS*, графический интерфейс которого представлен на рисунке 68.

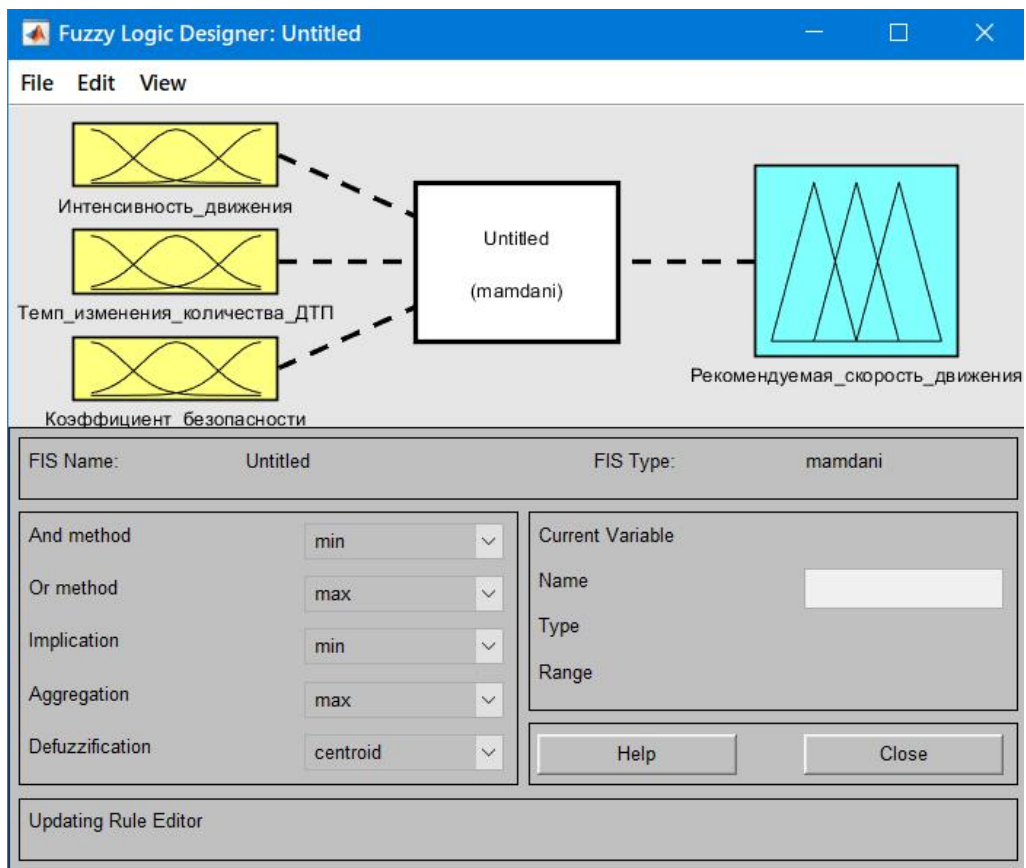


Рисунок 68 – Графическое отображение редактора *FIS*

Определены для фаззи-регулятора три входные лингвистические переменные, необходимые для построения модели управления скоростью движения ТП:

- Лингвистическая переменная β_1 «Интенсивность движения транспортного потока» соответствует интенсивности движения ТП, результаты которой получены в ходе сбора экспериментальных данных в городской агломерации;
- Лингвистическая переменная β_2 «Темп изменения количества ДТП, происходящих на участках УДС с повышенной аварийностью» соответствует статистическим данным, полученным в результате обработки карточек учета ДТП и обработанным в соответствии с положениями нечеткой логики;
- Лингвистическая переменная β_3 «Коэффициент безопасности» соответствует табличным значениям в соответствии с [92].

В качестве выходной переменной β_4 «Скорость движения ТП» определена скорость движения ТП согласно ПДД и проведенным расчетам.

Нижняя часть окна редактора FIS позволяет осуществить выбор алгоритма, выполняющего операции нечеткого логического умножения и сложения. Определен алгоритм *min* для нечеткого логического умножения и алгоритм *max* для нечеткого логического сложения.

Далее с помощью редактора *Matlab* определены функции принадлежности термов для каждой из переменных системы нечеткого вывода. Графический интерфейс редактора функций принадлежности для входных и выходных переменных представлен на рисунках 69–72.

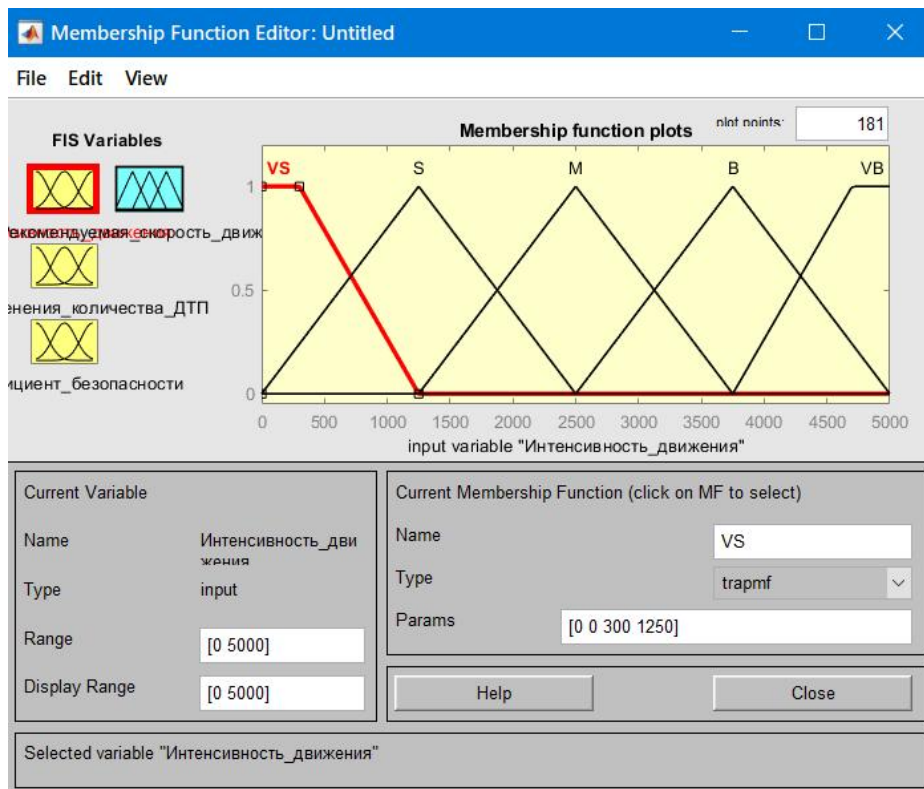


Рисунок 69 – Графический интерфейс редактора ФП для входной переменной «Интенсивность движения ТП»

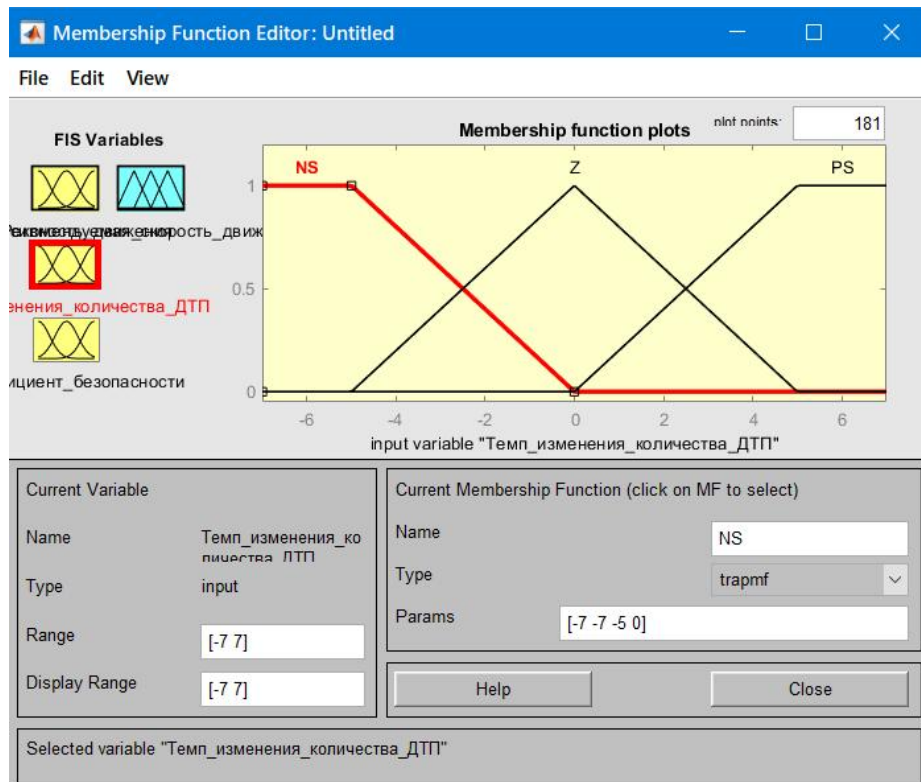


Рисунок 70 – Графический интерфейс редактора ФП для входной переменной «Темп изменения количества ДТП, происходящих на участках УДС с повышенной аварийностью»

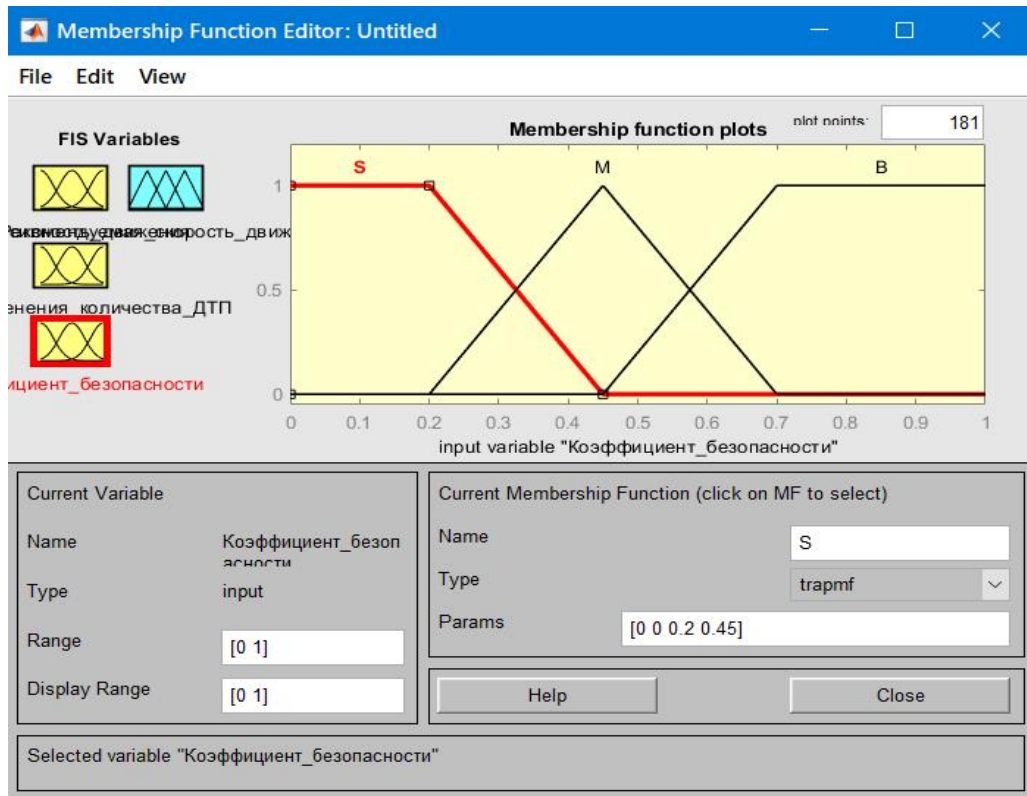


Рисунок 71 – Графический интерфейс редактора ФП для входной переменной «Кoeffициент безопасности»

Нижняя часть окна редактора отражает наименование, тип лингвистической переменной, а также диапазон ее изменения. Перечисленные параметры указываются для всех лингвистических переменных и термов. Представленная выше методика подтверждает применение лингвистических термов различных типов, а именно, треугольные и трапециевидные, для описания ФП.

Для задания 45 правил разрабатываемой системы нечеткого вывода применялся редактор правил системы *Matlab*. Весовой коэффициент для каждого правила равен единице. Связь подусловий в правилах нечеткой продукции осуществляется с помощью операции логического умножения.

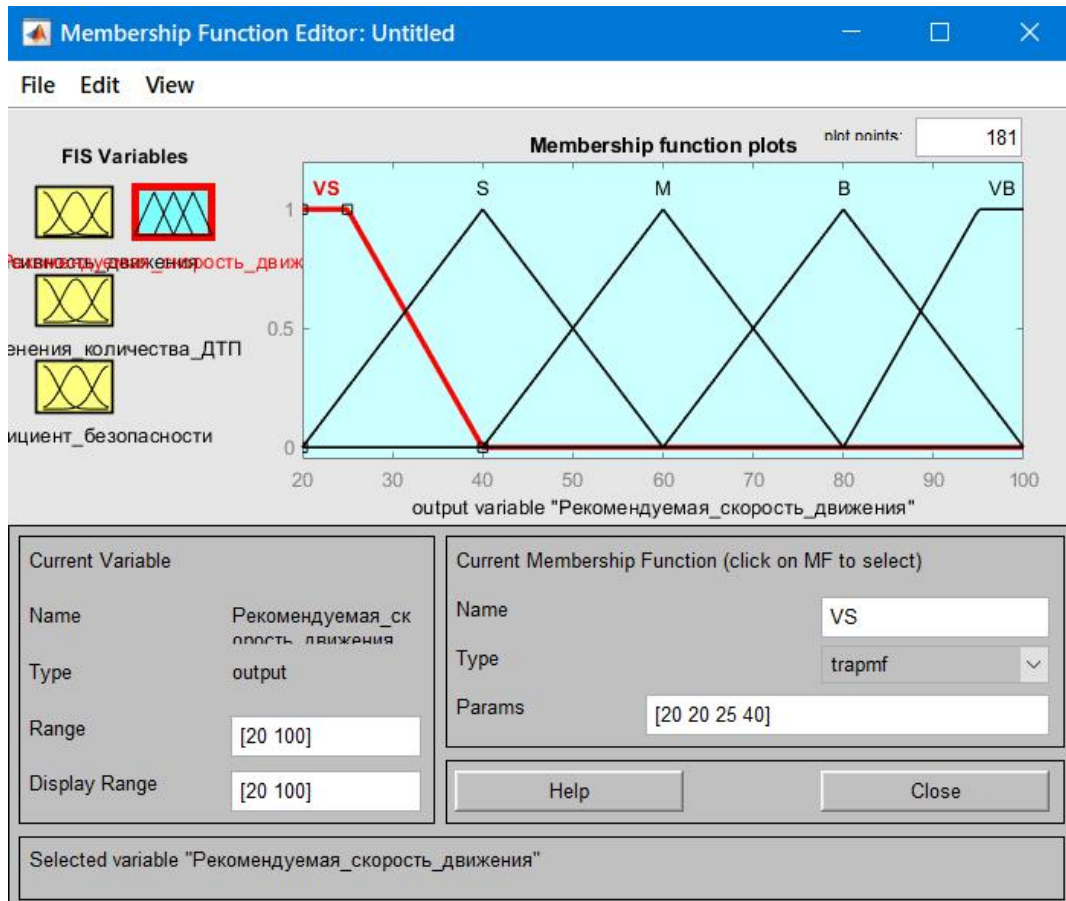


Рисунок 72 – Графический интерфейс редактора ФП для выходной переменной «Скорость движения ТП»

С целью оценки работы построенной системы нечеткого вывода для управления движением ТП необходимо открыть программу просмотра правил системы *Matlab* и ввести значения входных переменных.

Результат расчета сигнала управления движением ТП на основании нечеткого вывода проиллюстрирован на примере: $\beta_1=984$ – интенсивность движения ТП, авт/ч; $\beta_2=2,85$ – это свидетельствует о том, что темп изменения количества ДТП имеет различный характер; $\beta_3=0,625$ – значение коэффициента безопасности. В результате процесса нечеткого вывода получили, что $\beta_4=63$ – скорость движения ТП, км/ч. Просмотр полученных в результате правил выполняется в графическом интерфейсе и представлен на рисунке 73.

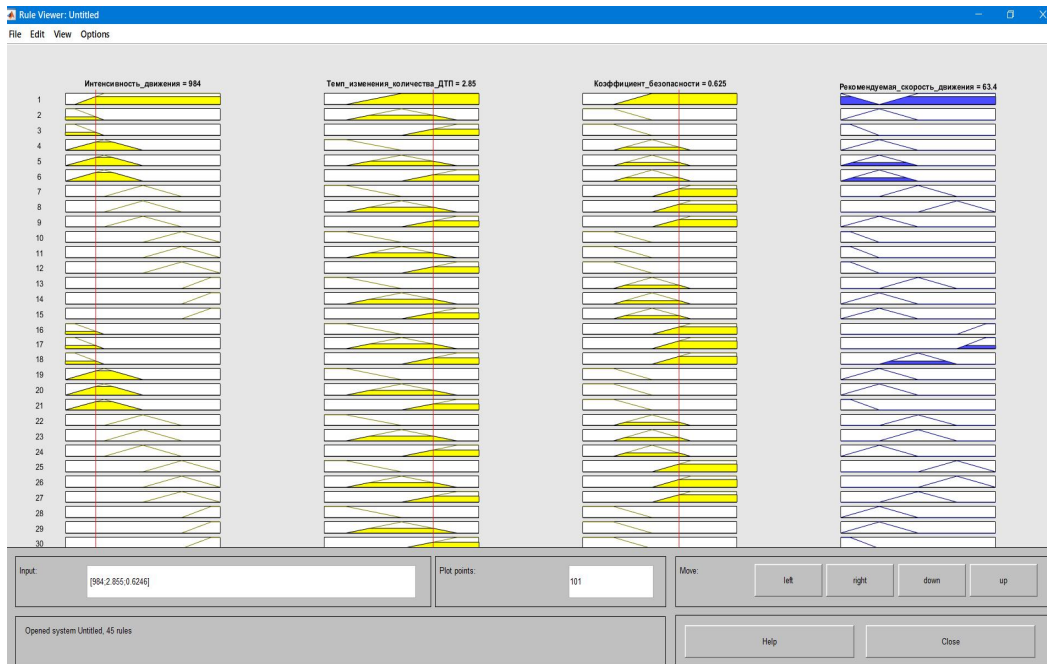


Рисунок 73 – Графический интерфейс программы просмотра правил после выполнения процедуры нечеткого вывода

Для общего анализа разработанной нечеткой модели системы управления движением ТП полезна визуализация соответствующей поверхности нечеткого вывода (рисунок 74).

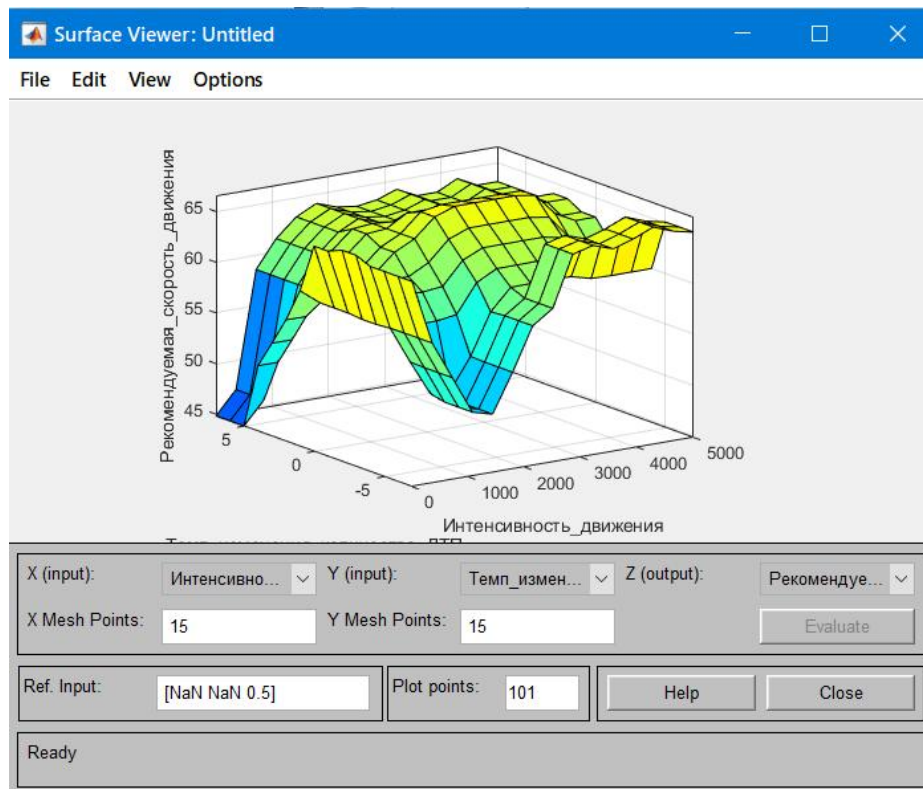


Рисунок 74 – Поверхность нечеткого вывода

Представленная на рисунке 74 поверхность нечеткого вывода позволяет установить зависимость значения выходной переменной β_4 от значений входных переменных β_1 , β_2 и β_3 нечеткой модели системы управления движением ТП. Данная зависимость использована при программировании информационного табло, а также при реализации управляющего алгоритма в качестве табличных решений [151].

Таким образом, задачу получения управляющего сигнала для движения ТП можно решить, используя систему нечеткого вывода.

4.7 Построение системы управления скоростью движения ТП (СУСДТП)

Белгородская городская агломерация включает в себя множество районов, НП и сельских поселений, которые связаны между собой с помощью дорог, участков УДС. При исследовании участков УДС, примыкающих к городу были выявлены участки дорог с одинаковыми видами ДТП. Одними из регулярных видов ДТП были: наезд на пешехода, столкновение, наезд на препятствие и др. Данные виды ДТП происходили практически в одни и те же промежутки времени, это видно из предыдущего раздела о взаимосвязи характерных диапазонов времени и количества ДТП [137].

На основании разработанных моделей вероятностной оценки интенсивности движения ТП, математических моделей прогнозирования интенсивности движения ТС и количества ДТП, а также управления движением ТП создана система управления скоростью движения ТП (СУСДТП), позволяющая обеспечить БДД в местах повышенной аварийности, концентрации ДТП и «узких» местах (рисунок 75) [178].

Основная задача повышения безопасности при управлении скоростью в муниципалитетах — снижение в первую очередь количества погибших и пострадавших, т.е. снижение тяжести последствий. Поэтому предполагается управление скоростью на двух уровнях. Первый уровень – общий, т.е. управление скоростью происходит в пределах не ниже 40–50 км/ч. Такая скорость

обеспечивает минимизацию тяжести последствий. Для реализации системы управления скоростью движения первого уровня используются такие технические средства, как информационное табло и дорожные знаки (знаки переменной информации). Второй уровень предполагает управление скоростью движения в локальных местах, характеристика которых включает в себя места концентрации ДТП, объекты притяжения с большим количеством пешеходов и др. В этом случае управление скоростью движения предполагает снижение скорости вплоть до 5 км/ч за счёт применения складывающейся искусственной неровности.

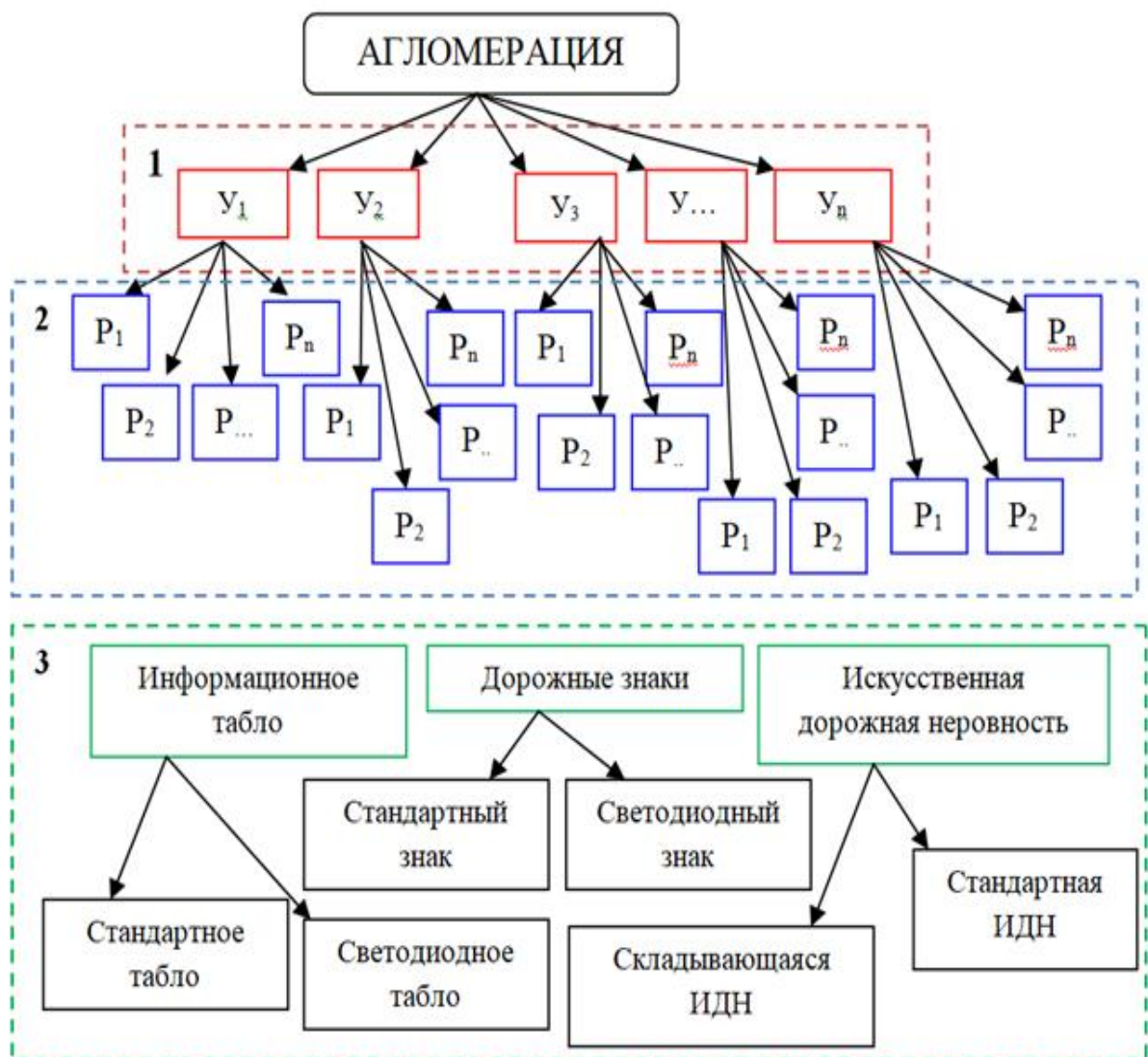


Рисунок 75 – Графическая схема СУСДТП, обеспечивающая БДД:

1 – исходные данные (условия); 2 – причины, воздействующие на водителя и его ТС;

3 – ТСОДД, повышающие БДД

Данные меры осуществляются при помощи следующих устройств и организационно-технических мероприятий, позволяющих повысить БДД:

- 1) светофорное регулирование с вызывной кнопкой;
- 2) знаки переменной информации, табло переменной информации [138] (рисунок 76);
- 3) складывающаяся искусственная дорожная неровность (рисунок 77).



Рисунок 76 – Дорожные знаки и табло переменной информации

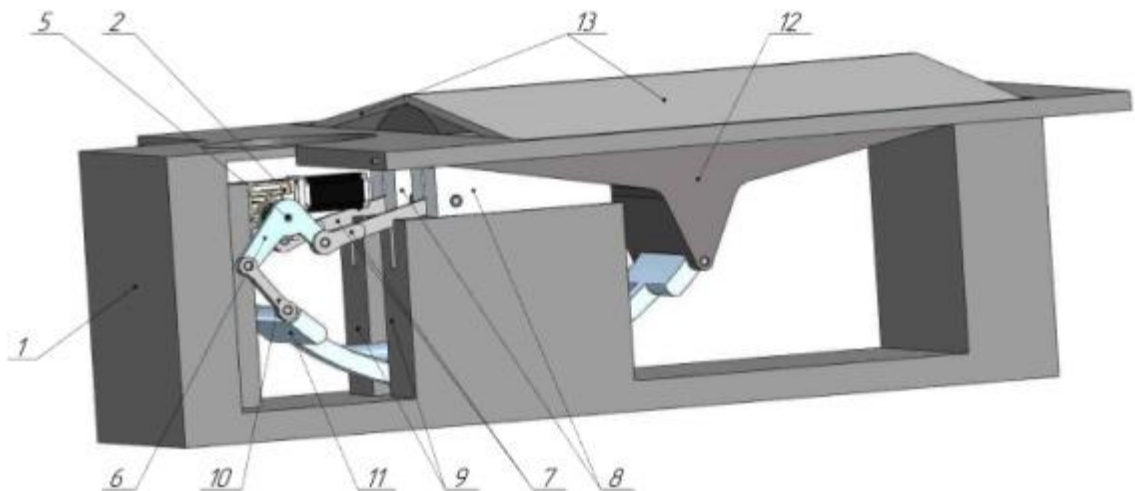


Рисунок 77 – Складывающаяся искусственная дорожная неровность

Практическое применение СУСДТП базируется на внедрении перечисленных организационно-технических мероприятиях, каждое из которых

имеет практическую новизну. Первое мероприятие основывается на разработанной модели, повышающей БДД с участием пешеходов в городской агломерации на базе обучения сверточной нейронной сети.

Фрагмент кода программы, рассчитывающей длительность цикла светофорного регулирования с учетом параметров пешеходного потока, представлен на рисунке 78.

```
if num_faces > 1:
    avg_age = total_age / num_faces
    if 20 <= avg_age <= 45:
        self.red_duration = 15
        self.green_duration = 30
    elif avg_age < 20 or avg_age > 45:
        self.red_duration = 22
        self.green_duration = 23
else:
    self.red_duration = 20
    self.green_duration = 25
```

Рисунок 78 – Фрагмент кода программы расчета длительности цикла светофорного регулирования

Главная роль в программе расчета длительности цикла светофорного регулирования заключается в обучении модели сверточной нейросети `age_net`. Заключительным этапом при обучении модели `age_net`, применяемой в программе, является определение возраста людей, отображенных на фото [198].

Использование интеллектуальных транспортных систем (ИТС) дает возможность получать достоверные сведения о параметрах ТП, что в свою очередь позволяет рационально выбирать маршрут движения, скорость движения, получать информацию о состоянии дорожного покрытия, погодных-климатических условиях и иной информации. Ежегодно быстрыми темпами происходит развитие цифровизации во многих областях, особенно в транспортной сфере. ОДД и БДД неразрывно связаны между собой через электронные системы, наглядным примером служит ИТС [202].

Созданную СУСДТП возможно интегрировать в ИТС через подсистему автоматизированная система управления дорожным движением (АСУДД). В результате исследований разработана схема реализации СУСДТП, функционирующей в первом слое ИТС за счет взаимосвязи между подсистемами. Основными данными являются интенсивность движения ТС, скорость движения, состав ТП и другие, полученные со специализированных датчиков и детекторов транспорта инструментальной подсистемы «мониторинга параметров транспортных потоков» (рисунок 80).

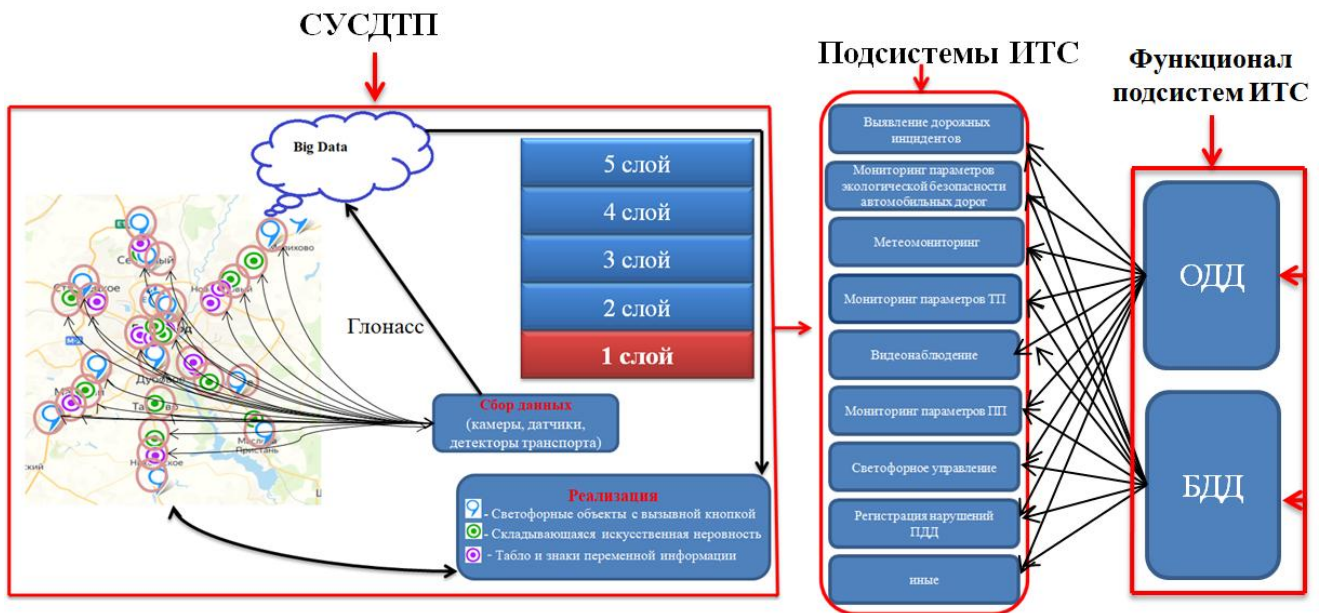


Рисунок 80 – Схема реализации СУСДТП в структуре ИТС

Таким образом, выполненные научные исследования, установленные взаимосвязи и разработанные математические модели, позволили обеспечить БДД за счет оперативного управления скоростью движения ТП в городской агломерации. Результатом функционирования данной системы будет обеспечение БДД и стремление к показателю «нулевой смертности», действуя согласно Транспортной Стратегии до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года.

4.8 Выводы по главе

1. Проведен анализ моделей управления ТП, раскрыты достоинства и недостатки существующих моделей. В результате определены и обоснованы основные параметры для построения модели ситуационного управления ТП в городской агломерации на основе нечеткой логики.

2. Анализ факторов, влияющих на повышение уровня БДД, дает возможность применения методов нечеткого вывода для построения математической модели в системе управления движением ТП.

3. Приняты три входных лингвистических переменных для модели нечеткого вывода, образующих входной вектор $\beta = [\beta_1, \beta_2, \beta_3]$, и одна выходная лингвистическая переменная β_4 . Обоснованы виды ФП для входных и выходных лингвистических переменных. В рассматриваемой модели нечеткого вывода приняты к использованию треугольные и трапециевидные ФП. Разработана база правил, имеющая в своем составе 45 правил нечеткой продукции.

4. Представлена реализация разработанной модели нечеткого вывода в пакете Fuzzy Logic Toolbox среды Matlab. Для оценки работоспособности и адекватности предлагаемой модели нечеткого вывода проведен анализ графического интерфейса программы просмотра правил и поверхности нечеткого вывода для построения модели в системе управления движением ТП.

5. На основании разработанных вероятностной модели изменения интенсивности движения ТП, математической модели оценки ДТС и модели управления движением ТП создана СУСДТП, функционирующая на магистральных дорогах, в местах повышенной аварийности, концентрации ДТП и «узких» местах с возможностью интегрирования в ИТС для обеспечения БДД.

ГЛАВА 5 НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ БДД В ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ НА ОСНОВАНИИ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

5.1 Применение теории нечетких множеств

Теория нечетких множеств (ТНМ) возникла в середине 1970-х гг. Основываясь на совместных постулатах математической логики и математической теории множеств, ТНМ применяется в различных направлениях науки и техники. На сегодняшний день модели и методы, базирующиеся на теории ТНМ, широко используются в компьютерной технике, автоматике, автопилотировании, системах искусственного интеллекта и теории принятия решений.

Основоположителем ТНМ является американский математик Л. Заде, который сформулировал ее основы в статье 1965 г. «Fuzzy Sets». «Fuzzy Sets» в переводе на русский язык означает «нечеткие множества». Слово «fuzzy» переводится как «неопределенный», «неясный», «смутный», «нечеткий», а в русском языке распространен перевод «нечеткий». Зарубежная техническая литература использует это слово в исходном латинском написании «fuzzy». В России наряду с понятием «нечеткий» используется понятие «fuzzy».

Л. Заде задал тренд на развитие ТНМ. Многие ученые стали работать в направлении практического применения положений ТНМ. С помощью приложений ТНМ стало возможным решать практические задачи. Кроме Л. Заде, разработкой теории ТНМ занимались Е. Мамдани, М. Сугено [207 – 209]. На основании их исследований положения ТНМ стали применяться для решения задач принятия решений и управления. ТНМ с достаточной степенью точности применима для объектов, в которых условия его функционирования недостаточно изучены, а цель управления и модель объекта слабо формализованы.

ТНМ состоит из совокупности методов и приемов, на которых основано

функционирование ТНМ. Эта совокупность методов и приемов называется фаззи-технологией или фаззи-методологией. В процессе изучения ТНМ было установлено, что эта совокупность методов и приемов эффективно показала себя при работе не только с недостаточно определенными объектами, но и хорошо изученными, основанными на строгом математическом описании.

Со временем на базе положений ТНМ стали развиваться новые направления науки, такие как ситуационное управление, системы искусственного интеллекта, экспертные системы, искусственные нейронные сети, системы, базирующиеся на знаниях. В данных системах так же, как и в технология «fuzzy», используются накопленные знания, интуиция и опыт специалистов в данной области.

В настоящее время технология «fuzzy» является мощным, применяемым на практике средством синтеза различных систем управления. Фаззи-контроллеры и фаззи-системы применяются как для автоматизации простых устройств, так и для управления сложными технологическими процессами. Система «MATLAB» содержит в себе большой пакет программных средств по фаззи-логике.

Существует два подхода к решению прикладных задач автоматизации и управления. Фаззи-методология позволяет достичь компромисса между этими подходами, так как специалисты по автоматизации придерживаются использования математических моделей и методов решения задач управления, а технологи, считающие процесс работы автоматизируемого объекта очень сложным, настороженно относятся к таким постановкам и решениям задач управления, тем более что зачастую они не удовлетворяли предъявляемым требованиям на практике и оказывались не эффективными. Поэтому технологи при постановке задачи доверяют собственному опыту и интуиции, чем строгим математическим способам.

Истинность значений 0 или 1 описывает исходные высказывания A и B . Данные высказывания описаны с помощью логических алгебраических операций, таких как: отрицания, импликации, эквиваленции, конъюнкции и дизъюнкции. Таким образом, операция импликации соответствует высказыванию «если A , то B », при этом высказывание A называется посылкой высказывания $A \supset B$, а B - его

заключением.

Операции алгебры логики (таблица 21) взаимосвязаны и используются в разделе нечеткой логики – фаззи-логике. Если каждое высказывание, например A , характеризовать функцией истинности (ФИ) – $\mu(A)$, аналогичной в определенном смысле ФП.

Таблица 21 – Истинностные значения 0 или 1

Исходные высказывания		Отрицание («НЕ»)		Дизъюнкция («ИЛИ»)	Конъюнкция («И»)	Эквиваленция	Импликация
A	B	$\neg A$	$\neg B$	$A \vee B$	$A \wedge B$	$A \leftrightarrow B$	$A \supset B$
1	1	0	0	1	1	1	1
1	0	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1	1

Аналитические выражения (таблица 22) позволяют сделать выводы относительно логических операций, т.е. степени истинности некоторых выражений.

Таблица 22 – Виды логических операций над высказываниями

Логические операции	Аналитическое представление
Фаззи-логическое отрицание	$\mu(\neg A) = 1 - \mu(A)$
Фаззи-логическая дизъюнкция	$\mu(A \vee B) = \max\{\mu(A), \mu(B)\}$
Фаззи-логическая конъюнкция	$\mu(A \wedge B) = \min\{\mu(A), \mu(B)\}$
Фаззи-логическая импликация	$\mu(A \supset B) = \min\{1, 1 + \mu(B) - \mu(A)\}$

В результате, все операции, а именно, бинарная логика (таблица 21) и фаззи-логика (таблица 22) могут заменяться арифметическими выражениями:

$$\mu(A \vee B) = \mu(A) + \mu(B) - \mu(A)\mu(B), \quad (75)$$

$$\mu(A \wedge B) = \mu(A) \mu(B), \quad (76)$$

где $\mu(A \vee B)$ – функции истинности, принимающие только значения 1 или 0, или же ФП, принимающие любые значения в интервале $[0, 1]$.

На рисунке 81 показаны две схемы, которые отображают аналогию между операциями «ИЛИ», «И» бинарной логики (булевой алгебры) и операциями (70) и (71) фаззи-логики.

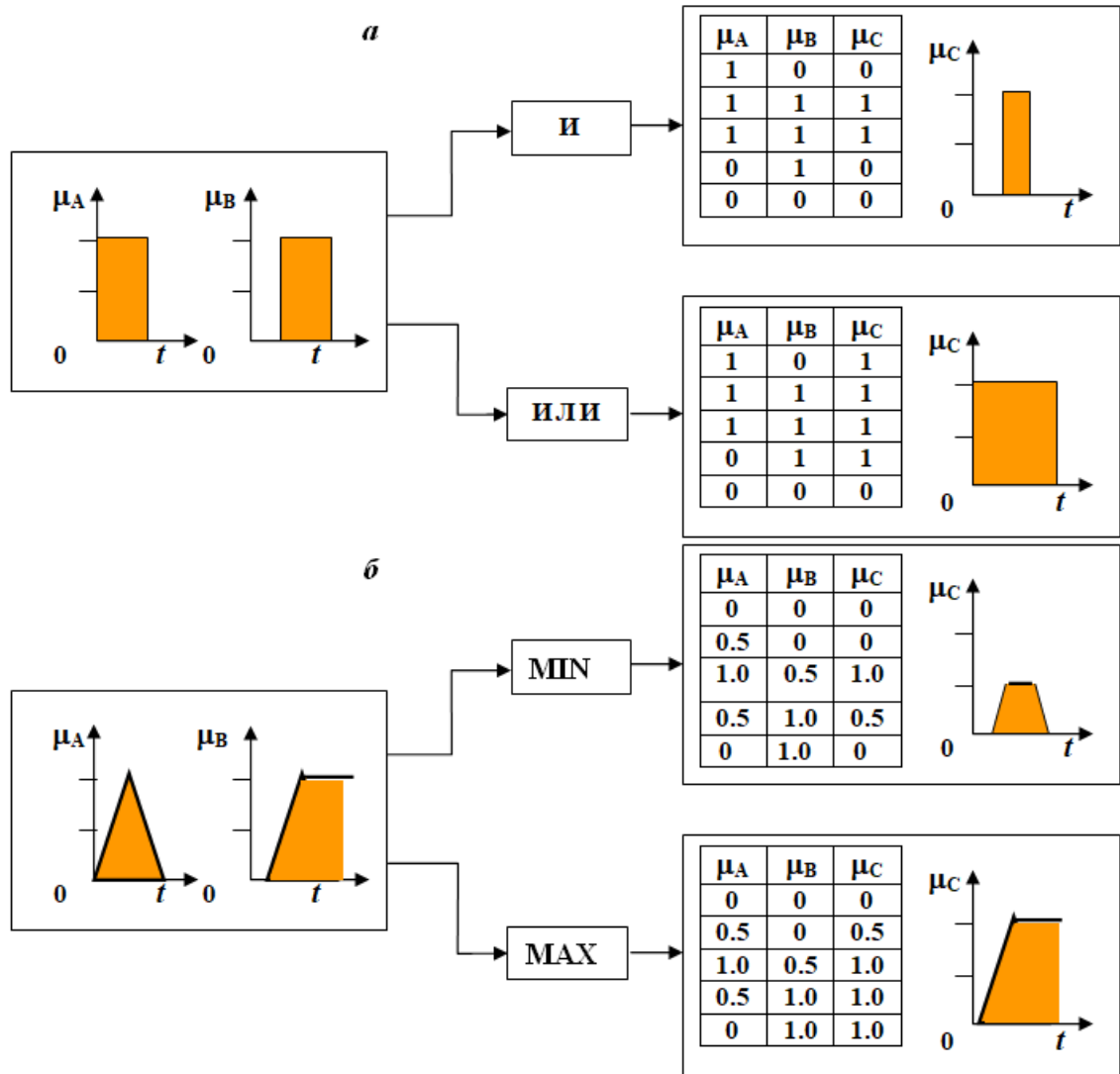


Рисунок 81 – Проведение аналогии операций в бинарной (а) и фаззи-логике (б)

Программная среда MATLAB является мощным ресурсом, использующим фаззи-системы управления, которая базируется на пакете программ по фаззи-логике.

С помощью программного модуля Fuzzy Logic Toolbox представляется возможным создание и редактирование фаззи-системы управления с нечеткой логикой, Fuzzy Inference System или FIS, которые можно создавать с помощью графических инструментов и команды рабочего окна программной среды MATLAB (рисунок 82).



Рисунок 82 – Структурная схема фаззи-инференционной системы – FIS

Различные виды неопределенности, существующие в сложной многоуровневой системе со своей иерархией, заставляют применять теорию нечетких множеств для принятия решений. В данном случае теория нечетких множеств открывает возможность с достаточной степенью адекватности учитывать существующие виды неопределенности.

Для нормальной работы систем все его параметры необходимо приводить в формализованный вид. Данные о циклах работы подсистем, спектре допустимости и эффективности, целевых функциях, приоритетности режимов работы, различных рисках работы на всех режимах подсистем и т.д. должны пройти преобразование к единой форме и должны быть представлены в виде функций принадлежности. В таком случае удастся привести в единую форму всю

различающуюся информацию: статистическую, стохастическую, детерминированную, интервальную и лингвистическую.

Большое количество применяемых методов при решении определенных задач принятия решений с целью снижения сложности количественного исследования основаны на достаточно упрощенных моделях реальности и крайне серьезных ограничениях. Это снижает ценность результатов различных исследований и может привести к неверным решениям.

В различных процессах принятия решений главным источником неопределенности является расплывчатость и нечеткость. Математический аппарат теории вероятности широко применяется в работе с неопределенными величинами. Но в таком случае определенность, независимо от ее природы происхождения, определяется случайностью.

В случае принадлежности или непринадлежности исследуемого объекта к не расплывчатому множеству по сравнению со случайностью, связанной с неопределенностью, термин «нечеткость» относится к видам, в которых существуют различные уровни степени принадлежности, которые являются промежуточными между полной принадлежностью и непринадлежностью объектов исследования к данному виду.

Необходимо уделить особое внимание при выборе адекватного формального языка. В этом случае описание процесса принятия решений в сложной многоуровневой иерархической системе на основе теории нечетких множеств имеет значительное преимущество. Этот язык в случае с многоуровневой системой позволяет адекватно отразить детали именно самого процесса принятия решений в нечетких условиях, работать с установленными нечеткими ограничениями и целями, а также устанавливать их значения с помощью лингвистических переменных.

Таким образом, основными подходами к включению неопределенности в математическую модель являются, во-первых, использование теории вероятностей и, во-вторых, использование теории нечетких множеств. И здесь речь идет о двух разных видах неопределенности.

5.2 Обоснование нечетких критериев для рационального соотношения регулируемых и нерегулируемых пересечений с применением ТСОДД в общей структуре транспортного узла

Для выбора рационального соотношения регулируемых и нерегулируемых пересечений с применением ТСОДД в общей структуре транспортного узла предлагается использовать семь нечетких критериев (рисунок 83).



Рисунок 83 – Критерии поиска управленческого решения для создания математической модели выбора рационального варианта схемы пересечения на УДС

Количественная оценка каждого критерия производится на основании экспертных оценок и статистических данных о диапазоне их изменения.

При выборе мероприятий, необходимых для строительства нового участка УДС или реконструкции существующей схемы ОДД, основополагающую роль играют капитальные затраты, так как не каждый регион может себе позволить дорогостоящее мероприятие.

БДД должна быть обеспечена на всех этапах развития транспортной сети: при проектировании, строительстве или реконструкции УДС на территории РФ.

Заключение уполномоченного на осуществление государственного строительного надзора федерального органа исполнительной власти о соответствии требованиям нормативным документам и техническим регламентам на строительство новых дорог или же реконструкции существующих дорог устанавливается на основании законов РФ (в ред. Федеральных законов от 18.12.2006 г. № 232-ФЗ, от 19.07.2011 г. № 248-ФЗ).

При проектировании, строительстве и реконструкции дорог не допускается снижение капитальных затрат за счет инженерных решений, отрицательно влияющих на БДД.

Оценка влияния предлагаемого решения на БДД оценивается посредством определения минимизации риска ДТП после его реализации.

Следующим немаловажным критерием была принята площадь территории для строительства новой дороги или же реконструкции имеющейся УДС. В городах с исторически сложившейся застройкой могут возникнуть значительные проблемы с использованием территории, необходимой для внедрения проекта. В свою очередь при проектировании новых дорог этот вопрос решается значительно легче.

Степень опасности пресечения зависит от уровня БДД. Количество и вид ДТП позволяют оценить ситуацию и необходимость тех или иных мероприятий для проведения реконструкции. При рассмотрении необходимости введения мероприятий, снижающих возникновение аварийных ситуаций, нужно рассматривать не только конфликт «транспорт-транспорт», но и конфликт «транспорт-пешеход». Чаще всего при исследовании участка УДС рассчитывают степень конфликтности с учетом и без учета движения пешеходного потока, что позволяет визуально осуществить оценку, влияющую на уровень БДД.

По формуле (77) можно оценить степень опасности пересечения или участка УДС:

$$m = n_o + 3n_c + g_i n_n, \quad (77)$$

где n_o – количество точек отклонения; n_c – количество точек слияния; n_n – коли-

чество точек пересечения; g_i – соответствующий коэффициент опасности (табличные значения).

Классифицировать степень сложности пересечения можно с помощью табличных данных, а именно, диапазонов значений, показанных в таблице 23.

Таблица 23 – Определение степени сложности пересечения

Классификация пересечения	Значение степени опасности
Простое	при $m < 40$;
Средней сложности	при $m = 40 \dots 80$;
Сложное	при $m = 80 \dots 150$;
Очень сложное	при $m > 150$

Если результат расчета степени опасности составляет более 150, то имеется необходимость введения радикальных мероприятий, одними из которых являются: строительство многоуровневых развязок, введение светофорного регулирования. Снизить степень опасности пересечения возможно за счет следующих мер, представленных в [150]. Одной из эффективных мер является введение одностороннего движения.

Четвертый выбранный критерий зависит от некоторых факторов, приведенных ниже. Основными факторами, влияющими на размер финансовых затрат на содержание и ремонт УДС являются:

1. Температурная зона, в которой расположена УДС.
2. Категория обслуживания УДС, протяженность и площадь участков УДС по категориям.
3. Наличие и количество элементов обустройства (дорожные знаки, дорожные ограждения, светофоры и другие устройства для регулирования дорожного движения, места отдыха, остановочные пункты, объекты, предназначенные для освещения автомобильных дорог, пешеходные дорожки, стоянки транспортных средств, тротуары и другие сооружения, предназначенные для обеспечения ДД, в том числе его безопасности).
4. Параметры искусственных сооружений - сооружений, предназначенных для движения ТС, пешеходов и прогона животных в местах пересечения автомобильных дорог иными автомобильными дорогами, водотоками, оврагами, в

местах, которые являются препятствиями для такого движения (мосты, путепроводы, трубопроводы, эстакады и другие подобные сооружения).

Норматив предусматривает финансирование комплекса работ по содержанию 1 м² УДС, обеспечивающего необходимые нормативные требования условий БДД.

Согласно анализу литературных источников [210], расчет нормативов финансовых затрат на содержание УДС осуществляется по каждой категории, отдельно на летний и зимний периоды в 4 этапа:

- 1) подготовка исходной информации по расчету факторов влияния в зависимости от специфических особенностей городского округа;
- 2) определение видов, периодичности комплекса работ по каждой категории обслуживания УДС ежемесячно и в целом за летний и зимний периоды;
- 3) расчет объема финансовых затрат по содержанию УДС по каждой категории ежемесячно и в целом за летний и зимний периоды;
- 4) расчет нормативов финансовых затрат на содержание УДС в летний и зимний периоды, и в целом на год.

На первом этапе формируется исходная информация по факторам, оказывающим влияние на уровень объема расходов:

1. Температурная зона, в которой расположена УДС.
2. Протяженность и площади участков УДС по категориям.
3. Наличие и количество элементов обустройства.
4. Параметры искусственных сооружений.

Показатели, характеризующие температурную зону, в которой расположены автодороги, включает число дней с осадками за месяц и количество выпавших осадков в месяц.

Число дней с осадками за зимний период на территории городского округа для расчета нормативов финансовых затрат на содержание УДС определяется по данным управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Реестр УДС с параметрами элементов по категориям обслуживания утверждается приказом Департамента городского хозяйства.

На втором этапе проводится определение видов и периодичности комплекса работ по содержанию УДС, обеспечивающего необходимые нормативные требования условий БДД и объем работ по содержанию УДС по каждому месяцу года.

Объем работ в месяц по содержанию УДС (Q) в натуральном измерении определяется путем умножения натурального показателя элемента (m, m^2, m^3 и др.) на периодичность выполнения по видам работ:

$$Q_i = V_i \cdot K_i, \quad (78)$$

где V – объем элемента (m, m^2, m^3 и т.д.); K – периодичность выполнения работ в месяц; i – наименование работ.

На третьем этапе определяется объем финансовых затрат на выполнение работ по содержанию УДС по каждой категории ежемесячно и в целом за летний и зимний периоды.

Объем финансовых затрат на содержание УДС ($V_{ф.з}$) на каждый месяц определяется по формуле:

$$V_{ф.з} = \text{SUM}[(Q_i \cdot R_{ei})], \quad (79)$$

где $V_{ф.з}$ – объем финансовых затрат на содержание УДС за месяц, руб.; Q – объем работ в месяц по каждому виду (m, m^2, m^3 и др.); i – наименование работ; $\text{SUM}[(Q_i \cdot R_{ei})]$ – сумма стоимостей всех видов работ, руб.; R_{ei} – единичная стоимость по видам работ, руб.

Единичная стоимость по видам работ определяется на основании территориальных сборников сметных цен по области в ценах 2022 г. постановления Правительства Белгородской области от 11.07.2022 г. № 415-пп «О нормативах финансовых затрат и правилах расчета размера ассигнований бюджета Белгородской области на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения Белгородской области».

На четвертом этапе выполняется расчет норматива затрат по каждой категории УДС на 1 м^2 площади в летний и зимний периоды.

Расчет норматива финансовых затрат на содержание 1 м² УДС производится:

в летний период по формуле:

$$H_{л} = \frac{\text{SUM}(V_{ф.з.лето})}{S_{кат}}, \quad (80)$$

где $H_{л}$ – норматив финансовых затрат на содержание 1 м² УДС в летний период, руб.; $\text{SUM}(V_{ф.з.лето})$ – сумма объемов финансовых затрат за летний период, руб.; $S_{кат}$ – площадь УДС по категориям, м²;

в зимний период:

$$H_{з} = \frac{\text{SUM}(V_{ф.з.зима})}{S_{кат}}, \quad (81)$$

где $H_{з}$ – норматив финансовых затрат на содержание 1 м² УДС в зимний период, руб.; $\text{SUM}(V_{ф.з.зима})$ – сумма объемов финансовых затрат за зимний период, руб.

в целом на год:

$$H_{с.г} = \frac{\text{SUM}(V_{ф.з.лето}) + \text{SUM}(V_{ф.з.зима})}{S_{кат}}, \quad (82)$$

где $H_{с.г}$ – норматив финансовых затрат на содержание 1 м² УДС в целом на год, руб.

Следующим критерием определена аварийность рассматриваемого участка, которая оценивается по количеству ДТП. При этом рассматривается карточка каждого ДТП для выявления причин и факторов возникновения происшествия. Стремление к «нулевой смертности», а также подробная информация о каждом случившемся ДТП позволяет выявить причину и осуществить прогноз на последующий временной интервал, что существенно повысит БДД.

Пропускная способность зависит от большого числа факторов: дорожных условий (ширины проезжей части, продольного уклона, радиуса кривых в плане, расстояния видимости и др.), состава потока автомобилей, наличия средств регулирования, погодных-климатических условий, возможности маневрирования автомобилей по ширине проезжей части, психофизиологических особенностей водителей и конструкции автомобилей. Изменение этих факторов приводит к существенным колебаниям пропускной способности в течение суток, месяца, сезона и года. При частом расположении помех на дороге происходят

значительные колебания скорости, приводящие к появлению большого числа ТС, движущихся в группах, а также снижению средней скорости всего потока. На пропускную способность любого отрезка автомобильной дороги оказывает влияние времени на передвижение по участкам дороги с проблемными зонами (узкие места), в результате чего длительность временного интервала может состоять из диапазона как от нескольких секунд, так и до определенного количества минут в зависимости от участка УДС. Изменение и продолжительность преодоления пути может существенно повлиять на значение пропускной способности дороги, в результате чего возникают заторовые явления. В результате минимизации этого времени можно значительно повысить пропускную способность дороги и улучшить экологическую обстановку и уровень БДД. Расчетные значения пропускной способности необходимы для улучшения функционирования УДС, повышения качества условий движения и осуществления оценки выбора эффективных мероприятий в области ОДД. Диапазоны различных значений интенсивности движения ТС не влияют на существующую дорогу, но пиковому значению интенсивности будет соответствовать пропускная способность дороги. Оценить насколько эффективно функционирует УДС городской агломерации, позволяют интенсивность движения ТС и пропускная способность дороги, в результате чего водитель может экономично и по оптимальному маршруту осуществить движение.

Увеличить пропускную способность дороги можно за счет:

- 1) чередования продольного профиля и элементов плана, причем без резких изменений скоростных режимов движения;
- 2) ширины проезжей части, дифференцирующей ТП по составу;
- 3) коэффициента сцепления шин с дорожной одеждой и ее ровности;
- 4) изменения схемы движения ТС как в одном, так и в нескольких уровнях;
- 5) средств регулирования с целью оптимального управления;
- 6) точного информирования водителей о маршруте и условиях движения;
- 7) повышения качества работы дорожных служб, особенно в зимне-весенний период времени года.

Увеличить пропускную способность дороги можно посредством мастерства и высокой квалификации водителей, а также динамических качеств ТС, способных с места мгновенно набирать скорость движения. При повышении пропускной способности дороги можно получить результат повышения уровня БДД при выборе оптимальной скорости движения ТП [151], что позволит повысить производительность функционирования транспорта. Расчетное значение пропускной способности дороги зависит от множества факторов, приведенных в Руководстве по оценке пропускной способности дорог, а также методов, детально учитывающих условия движения в сложных ситуациях [211].

Последним нечетким критерием было определено влияние на экологическую обстановку окружающей среды. Ни для кого не секрет, что от конфигурации пересечения, скорости движения по нему, количества полос и многих других факторов зависит экологическая составляющая в виде выбросов вредных веществ (ВВ) [212, 213].

Транспорт является одним из главных загрязнителей воздушного бассейна. Поэтому определив оптимальную схему и правильно организовав движение по ней, установлено минимальное нанесение вреда экологии в условиях городской или загородной транспортной среды. Существует множество различных методик [230 – 233], позволяющих определить количество выбросов ВВ в атмосферу и осуществить оценку наносимого ущерба.

5.3 Определение выбора рационального варианта схемы пересечения УДС с учетом различных соотношений с одинаковой степенью важности критериев

Для повышения пропускной способности дороги и снижения задержек ТС и пассажиров в пути возникает необходимость выбора рационального варианта схемы пересечения с применением ТСОДД в общей структуре транспортного узла с учетом основных элементов.

Одной из основных задач при ОДД является создание быстрого, удобного и безопасного движения по УДС городской агломерации. С этой целью определяются основные факторы, влияющие на технико-экономические показатели при устройстве пересечений различной сложности [150, 214, 224, 225]. К ним следует отнести: капитальные затраты с учетом реконструкции и монтажа; площадь территории для устройства пересечения; степень опасности пересечения; затраты на содержание; аварийность участка; пропускную способность дороги; влияние на экологическую обстановку окружающей среды.

Типичной задачей рационализации является выбор соотношения пересечений с применением ТСОДД в общей структуре транспортного узла [215, 216]. Однако построить целевую функцию классическими методами математики невозможно из-за неточной информации о перечисленных факторах. Справиться с этой проблемой поможет область математики, которая получала название нечетких множеств [217, 218].

Для выбора рационального соотношения регулируемых и нерегулируемых пересечений с применением ТСОДД в общей структуре транспортного узла предложено использовать семь нечетких критериев, соответствующих выше перечисленным факторам:

T_1 – капитальные затраты с учетом реконструкции и монтажа ТСОДД K , о.е.

T_2 – площадь отчуждаемой территории для организации мероприятия S , о.е.

T_3 – степень опасности пересечения m , о.е.

T_4 – затраты на содержание Z , о.е.

T_5 – аварийность участка ДТП, о.е.

T_6 – пропускная способность дороги P , о.е.

T_7 – влияние на экологическую обстановку окружающей среды \mathcal{E} , о.е.

Количественная оценка каждого критерия производится на основании экспертных оценок и статистических данных о диапазоне их изменения.

Решение поставленной задачи произведено одним из вариантов – критерии одинаковой степени важности.

При критериях с одинаковой степенью важности, если имеется j критериев $T_1, T_2, \dots, \text{ и } T_j$, то лучшей считается альтернатива, удовлетворяющая критерию $T_1, \text{ и } T_2, \text{ и } \dots, \text{ и } T_j$. Наилучшая альтернатива записывается в виде пересечения соответствующих нечетких множеств [219, 220]:

$$M = T_1 \zeta T_2 \zeta \dots \zeta T_j. \quad (83)$$

Так как выражение (81) соответствует операции минимум, то выбирается альтернатива, имеющая наибольшее значение ФП. Степень принадлежности соотношения структур транспортного узла к заданным критериям описывается лингвистическими переменными с помощью ФП $\mu_j(T_j)=[0; 1]$. Принимаем лингвистические переменные, соответствующие каждому критерию T_j и имеющие такое же название. Диапазон возможных соотношений нерегулируемых и регулируемых пересечений с применением ТСОДД в общей структуре транспортного узла представлен в виде различных возможных вариантов, $A=8$; a – номер конкретного варианта, $a = 1, 2, \dots, 8$.

Рассмотрим выбор рационального варианта схемы пересечения с применением ТСОДД при равноценной степени важности критериев. Нечеткое множество для каждого критерия T_j запишется следующим образом:

$$\begin{aligned} T_1 &= \{ m_1(T_1) = b_{11} / F_1; m_1(T_1) = b_{21} / F_2; \text{ к к}; m_1(T_1) = b_{i1} / F_i; \}; \\ T_2 &= \{ m_2(T_2) = b_{12} / F_1; m_2(T_2) = b_{22} / F_2; \text{ к к}; m_2(T_2) = b_{i2} / F_i; \}; \\ T_3 &= \{ m_3(T_3) = b_{13} / F_1; m_3(T_3) = b_{23} / F_2; \text{ к к}; m_3(T_3) = b_{i3} / F_i; \}; \\ &\text{К К} \\ T_j &= \{ m_j(T_j) = b_{1j} / F_1; m_j(T_j) = b_{2j} / F_2; \text{ к к}; m_j(T_j) = b_{ij} / F_i; \}. \end{aligned} \quad (84)$$

где β_{ij} – возможные числовые значения для соответствующих терм лингвистических переменных; i и j – номер строки и столбца соответственно; $i, j = 1 \dots n$.

Применим правило выбора соответствующих минимальных значений функции принадлежности, из которых затем выбирают максимальное, оно и будет указывать на вариант рационального соотношения транспортного узла среди общих вариантов.

$$\begin{aligned}
 M = \max & \left\{ \begin{array}{l} \min \left(\mu_1(T_1) = b_{11}; \mu_2(T_2) = b_{12}; \dots; \mu_j(T_j) = b_{1j} / F_1 \right); \\ \min \left(\mu_1(T_1) = b_{21}; \mu_2(T_2) = b_{22}; \dots; \mu_j(T_j) = b_{2j} / F_2 \right); \\ \min \left(\mu_1(T_1) = b_{31}; \mu_2(T_2) = b_{32}; \dots; \mu_j(T_j) = b_{3j} / F_3 \right); \\ \dots \\ \min \left(\mu_1(T_1) = b_{i1}; \mu_2(T_2) = b_{i2}; \dots; \mu_j(T_j) = b_{ij} / F_i \right); \end{array} \right. \\
 & = \max \left\{ \begin{array}{l} \mu_j(T_j) = b_{1j} / F_1; \mu_j(T_j) = b_{2j} / F_2; \\ \mu_j(T_j) = b_{3j} / F_3; \dots; \mu_j(T_j) = b_{ij} / F_i; \end{array} \right.
 \end{aligned} \tag{85}$$

Выбор рационального варианта схемы пересечения УДС производится на основании сравнения восьми соотношений пересечений с применением ТСОДД. Каждое соотношение получает соответствующие оценки альтернатив по представленным критериям (таблица 24).

Таблица 24 – ФП различных вариантов пересечений с применением ТСОДД для рассматриваемых критериев

Соотношение вариантов	$\mu_1(T_1)$	$\mu_2(T_2)$	$\mu_3(T_3)$	$\mu_4(T_4)$	$\mu_5(T_5)$	$\mu_6(T_6)$	$\mu_7(T_7)$
A_1	β_{11}	β_{21}	β_{31}	β_{41}	β_{51}	β_{61}	B_{71}
A_2	β_{12}	β_{22}	β_{32}	β_{42}	β_{52}	β_{62}	B_{72}
A_3	β_{13}	β_{23}	β_{33}	β_{43}	β_{53}	β_{63}	B_{73}
A_4	β_{14}	β_{24}	β_{44}	β_{44}	β_{54}	β_{64}	B_{74}
A_5	β_{15}	β_{25}	β_{35}	β_{45}	β_{55}	β_{65}	B_{75}
A_6	β_{16}	β_{26}	β_{36}	β_{46}	β_{56}	β_{66}	B_{76}
A_7	β_{17}	β_{27}	β_{37}	β_{47}	β_{57}	β_{67}	B_{77}
A_8	β_{18}	β_{28}	β_{38}	β_{48}	β_{58}	β_{68}	B_{78}

В результате статистической и экспертной оценки выбраны термы для лингвистических переменных и диапазоны их возможных значений. Для описания критериев T_1-T_7 вводятся четыре функциональные входные лингвистические переменные (термы). Диапазоны лингвистических переменных заданы в относительных единицах для каждого критерия T_j и представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Диапазон изменения лингвистических переменных каждого критерия

Лингвистические переменные	Термы			
	ZP	PS	PM	PB
T_1, K	[0; 0,1; 0,3]	[0,25; 0,4; 0,55]	[0,47; 0,6; 0,73]	[0,7; 0,9; 1]
T_2, S	[0; 0,05; 0,2]	[0,15; 0,3; 0,45]	[0,4; 0,55; 0,7]	[0,65; 0,9; 1]
T_3, m	–	[0; 0,15; 0,4]	[0,3; 0,5; 0,7]	[0,6; 0,85; 1]
T_4, Z	–	[0; 0,2; 0,4]	[0,2; 0,5; 0,8]	[0,6; 0,8; 1]
$T_5, ДПП$	[0; 0,05; 0,3]	[0,25; 0,4; 0,55]	[0,45; 0,6; 0,75]	[0,7; 0,95; 1]
T_6, P	–	[0; 0,15; 0,35]	[0,2; 0,5; 0,8]	[0,65; 0,85; 1]
$T_7, Э$	–	[0; 0,1; 0,35]	[0,3; 0,5; 0,7]	[0,65; 0,9; 1]

Примечание: ZP – «положительное близкое к нулю»; PS – «положительное малое»; PM – «положительное среднее»; PB – «положительное большое».

На рисунке 84 представлены графики функции принадлежности для всех лингвистических переменных $T_1 - T_7$.

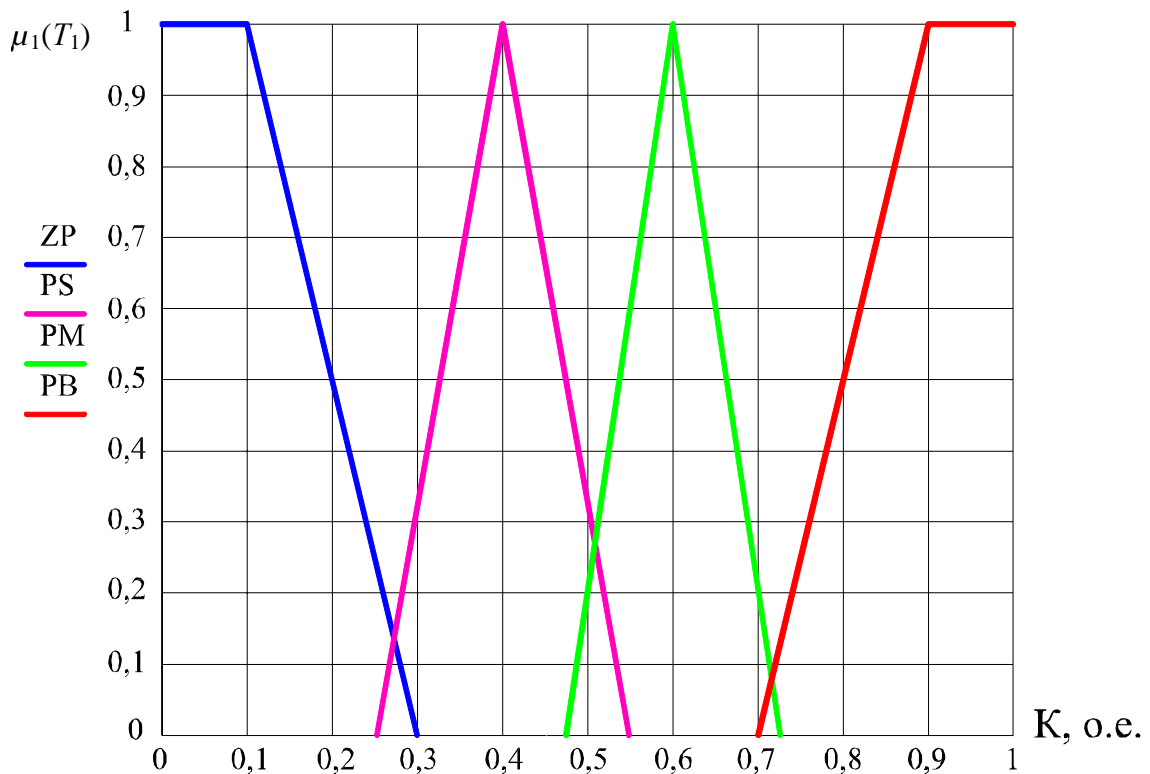
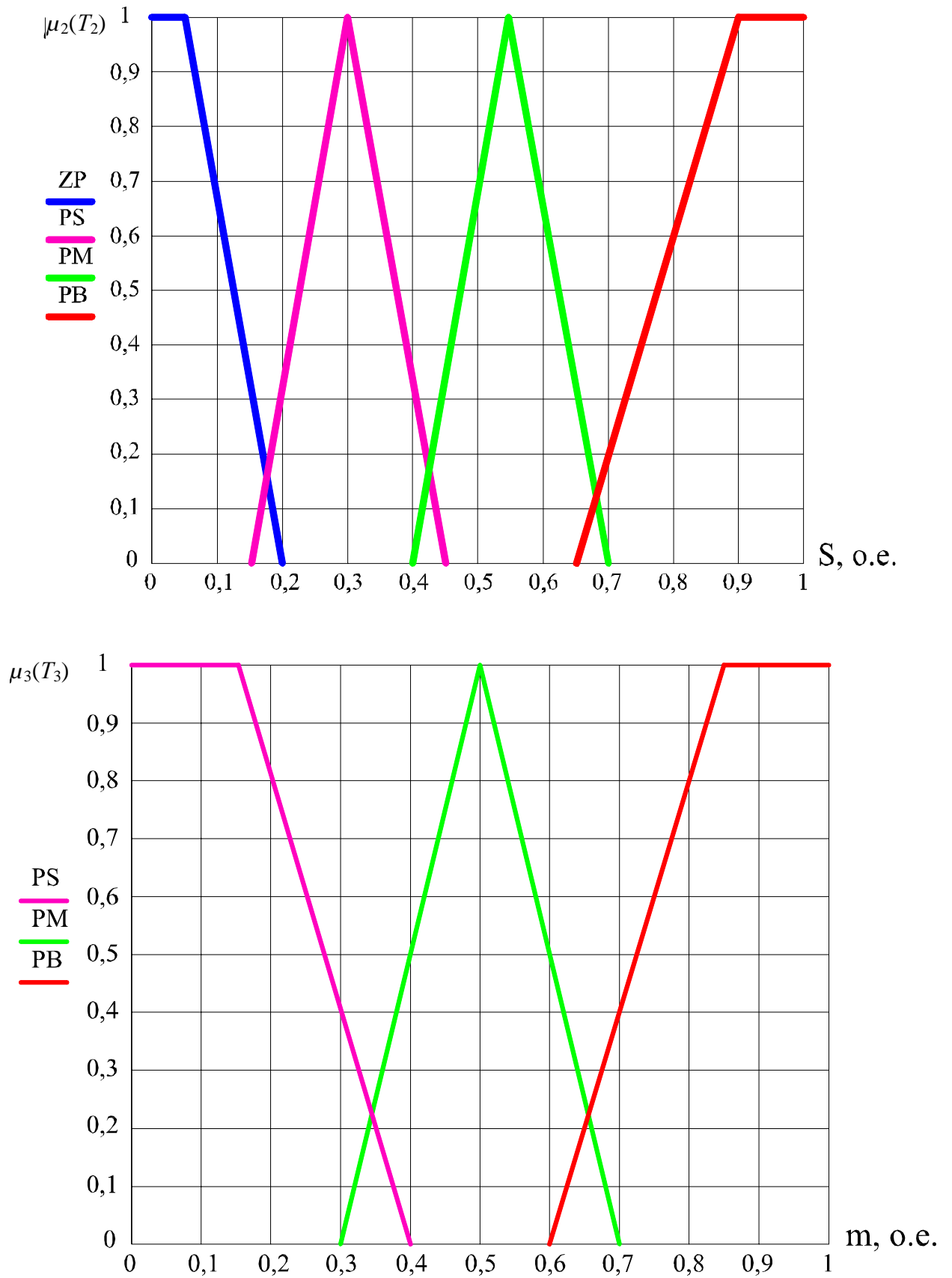


Рисунок 84 – Графики ФП для всех лингвистических переменных $T_1 - T_7$ (начало)

Рисунок 84 – Графики ФП для всех лингвистических переменных T_1-T_7 (продолжение)

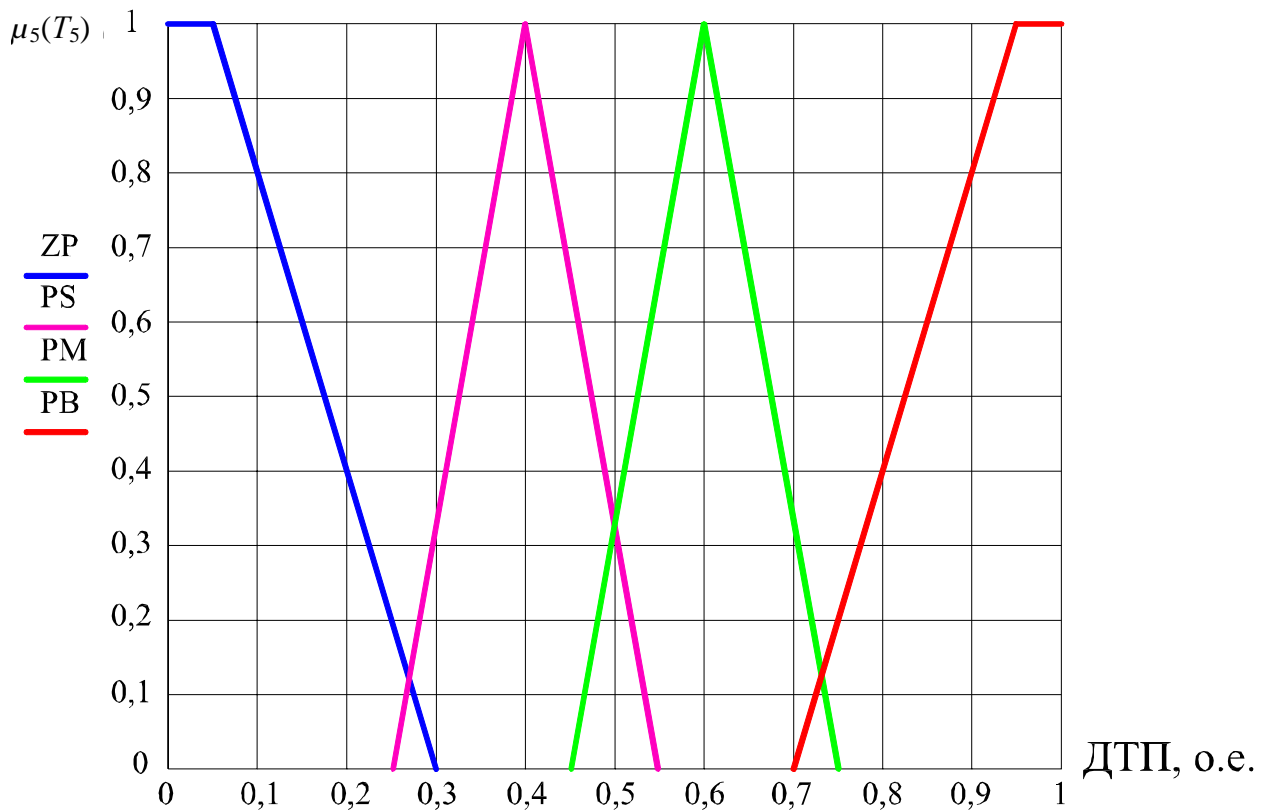
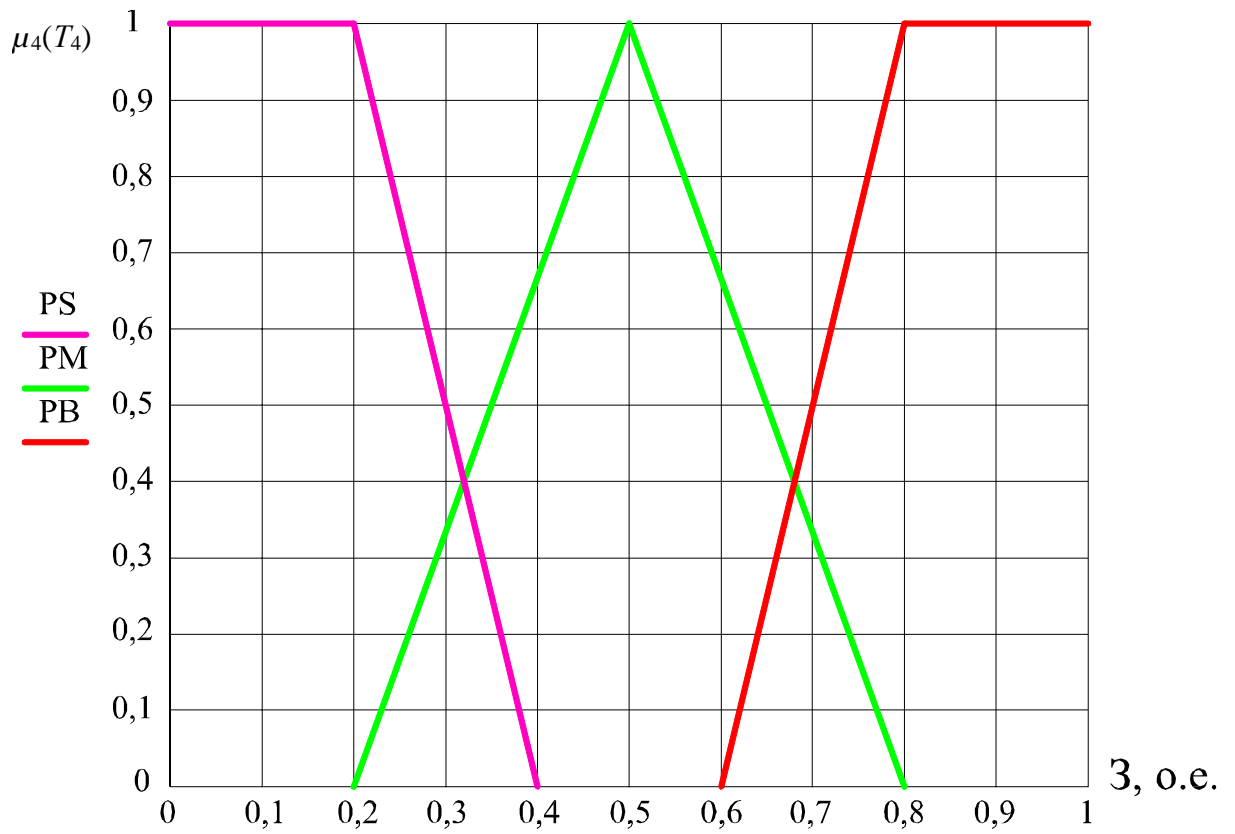


Рисунок 84 – Графики ФП для всех лингвистических переменных T_1-T_7 (продолжение)

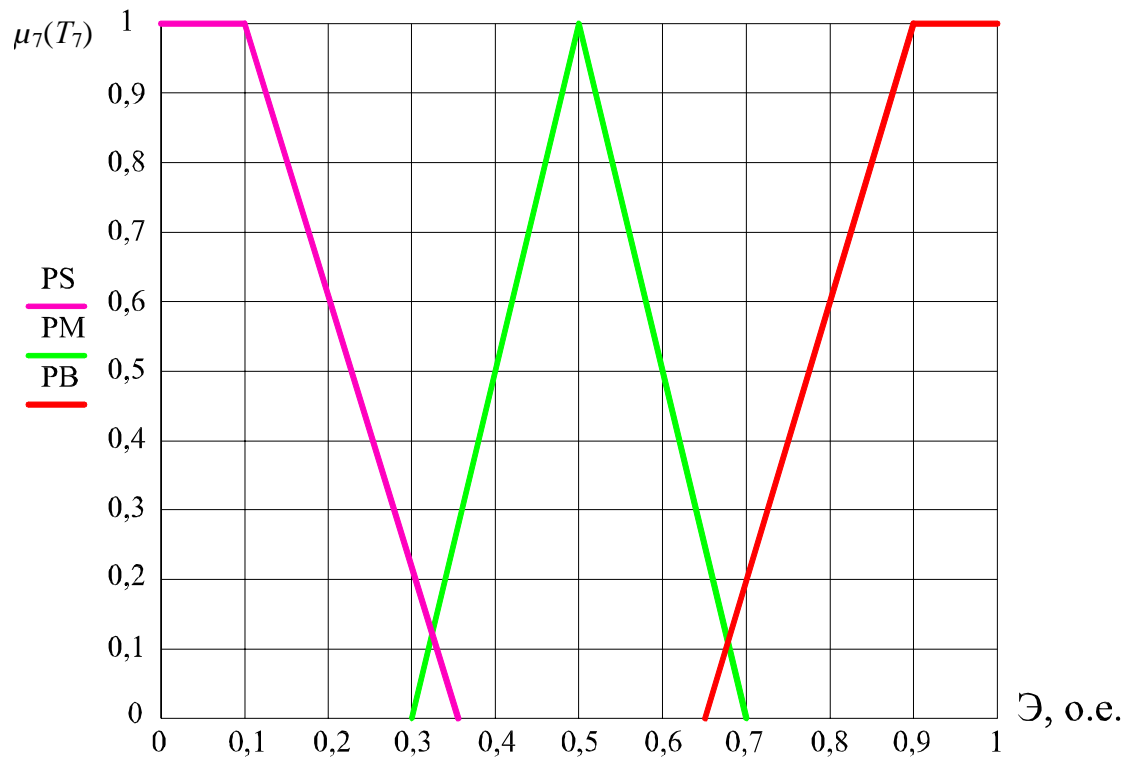
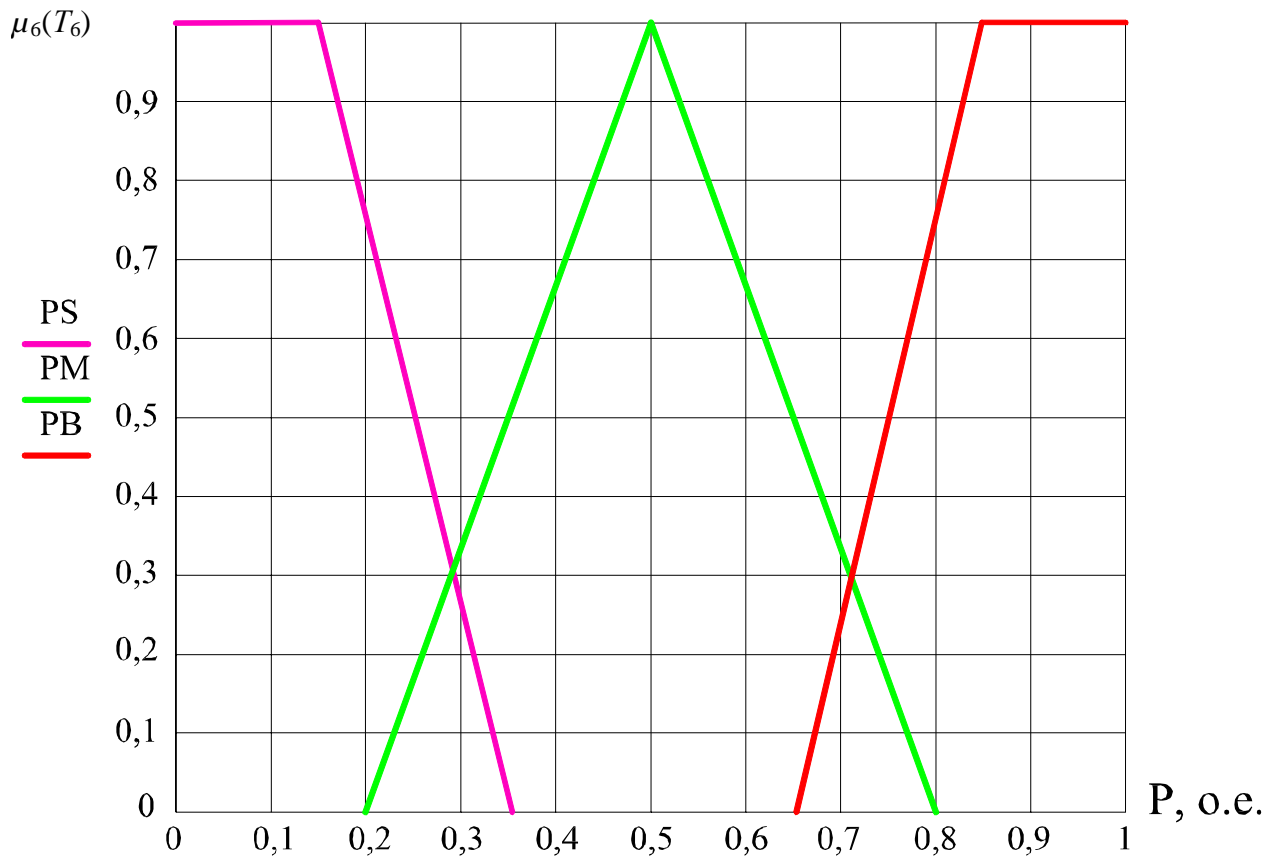


Рисунок 84 – Графики ФП для всех лингвистических переменных T_1 – T_7 (окончание)

Для определения ФП предлагаемых комбинаций пересечений с применением ТСОДД, на основании их функциональных особенностей составлена таблица 26, характеризующая каждую комбинацию транспортного узла по каждому критерию в относительных единицах [221]. Конфигурации пересечений УДС с применением ТСОДД были выбраны исходя из наиболее распространенных вариантов, которые указаны ниже:

A_1 – нерегулируемое пересечение;

A_2 – нерегулируемое пересечение + светофорный объект;

A_3 – нерегулируемое пересечение + наземный пешеходный переход;

A_4 – нерегулируемое пересечение + надземный пешеходный переход;

A_5 – нерегулируемое пересечение + подземный пешеходный переход;

A_6 – нерегулируемое пересечение + наземный пешеходный переход + искусственная дорожная неровность;

A_7 – двухуровневая развязка;

A_8 – двухуровневая развязка + светофорный объект.

Таблица 26 – Оценка критериев для разных комбинаций схем пересечения УДС

Тип структуры	$K, \text{ о.е.}$	$S, \text{ о.е.}$	$m, \text{ о.е.}$	$З, \text{ о.е.}$	$ДТП, \text{ о.е.}$	$P, \text{ о.е.}$	$\mathcal{E}, \text{ о.е.}$
A_1	0,2	0,05	0,95	0,05	0,93	0,25	0,93
A_2	0,35	0,1	0,8	0,25	0,9	0,4	0,73
A_3	0,45	0,13	0,75	0,35	0,85	0,55	0,6
A_4	0,5	0,17	0,62	0,45	0,8	0,6	0,55
A_5	0,65	0,18	0,45	0,55	0,77	0,7	0,45
A_6	0,75	0,22	0,32	0,65	0,69	0,75	0,33
A_7	0,85	0,8	0,2	0,95	0,23	0,8	0,28
A_8	0,88	0,85	0,05	1	0,1	0,82	0,25

Используя оценки альтернатив, определяем ФП каждой переменной по полученным зависимостям лингвистических переменных. Записываем для каждого критерия T_j нечеткое множество:

$$T_1 = \{0,5/A_1; 0,68/A_2; 0,6/A_3; 0,2/A_4; 0,6/A_5; 0,35/A_6; 0,75/A_7; 0,9/A_8\};$$

$$T_2 = \{1/A_1; 0,65/A_2; 0,4/A_3; 0,12/A_4; 0,13/A_5; 0,5/A_6; 0,6/A_7; 0,8/A_8\};$$

$$T_3 = \{1/A_1; 0,8/A_2; 0,6/A_3; 0,14/A_4; 0,76/A_5; 0,14/A_6; 0,8/A_7; 1/A_8\};$$

$$T_4 = \{1/A_1; 0,17/A_2; 0,24/A_3; 0,83/A_4; 0,81/A_5; 0,27/A_6; 1/A_7; 1/A_8\};$$

$$T_5 = \{0,96/A_1; 0,8/A_2; 0,62/A_3; 0,4/A_4; 0,26/A_5; 0,4/A_6; 0,23/A_7; 0,8/A_8\};$$

$$T_6 = \{0,18/A_1; 0,67/A_2; 0,8/A_3; 0,66/A_4; 0,23/A_5; 0,18/A_6; 0,75/A_7; 0,83/A_8\};$$

$$T_7 = \{1/A_1; 0,37/A_2; 0,5/A_3; 0,73/A_4; 0,75/A_5; 0,09/A_6; 0,28/A_7; 0,4/A_8\}.$$

Наглядное отображение каждой степени влияния критериев нечеткого множества на выбор схемы пересечения УДС с применением ТСОДД представлено на рисунке 85.

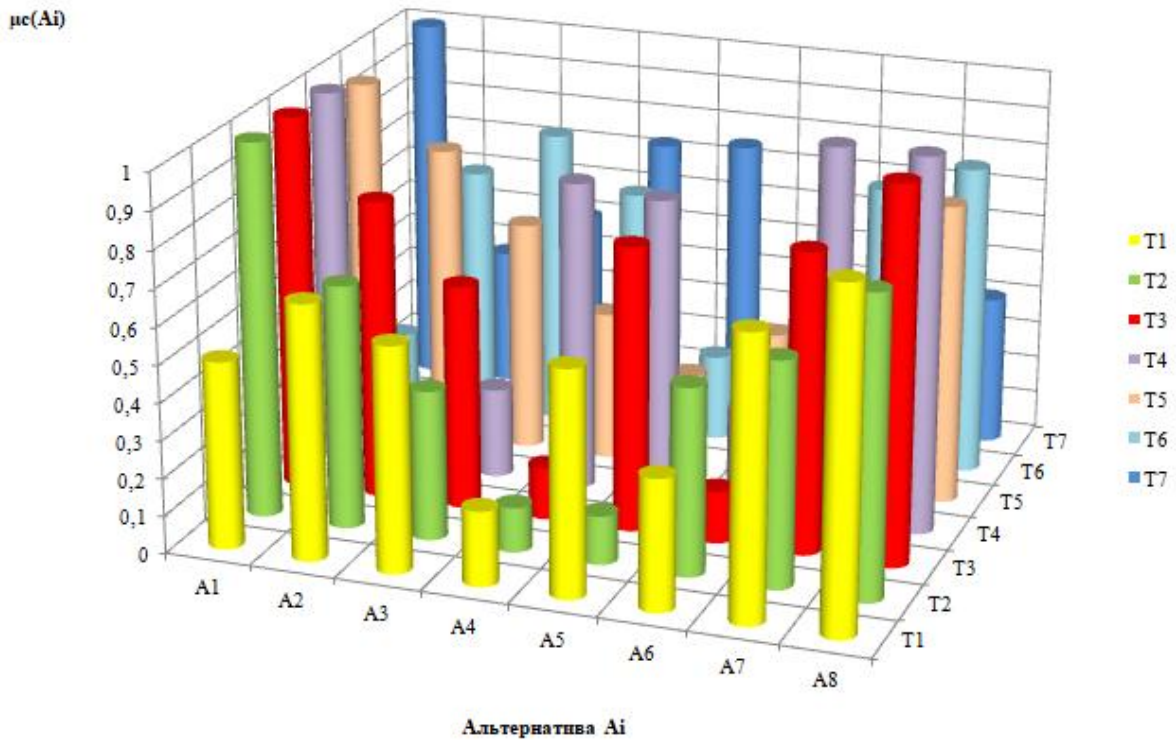


Рисунок 85 – Оценка ФП схем пересечения УДС при различных критериях с одинаковой степенью важности

В соответствии с правилами нахождения рационального варианта определили соответствующие минимальные значения, из которых затем выбрали максимальное, оно и будет указывать на рациональный вариант схемы пересечения УДС с применением ТСОДД.

$$M_{\max} = \left\{ \begin{array}{l} \min(0,5; 1; 1; 1; 0,96; 0,18; 1/A_1); \\ \min(0,68; 0,65; 0,8; 0,17; 0,8; 0,67; 0,37/A_2); \\ \min(0,6; 0,4; 0,6; 0,24; 0,62; 0,8; 0,5/A_3); \\ \min(0,2; 0,12; 0,14; 0,83; 0,4; 0,66; 0,73/A_4); \\ \min(0,6; 0,13; 0,76; 0,81; 0,26; 0,23; 0,75/A_5); \\ \min(0,35; 0,5; 0,14; 0,27; 0,4; 0,18; 0,09/A_6); \\ \min(0,75; 0,8; 0,8; 1; 0,23; 0,75; 0,28/A_7); \\ \min(0,09; 0,8; 1; 1; 0,8; 1; 0,4/A_8) \end{array} \right\} =$$

$$= \max \left\{ \begin{array}{l} 0,18/A_1; 0,17/A_2; 0,24/A_3; 0,12/A_4; \\ 0,13/A_5; 0,09/A_6; 0,23/A_7; 0,4/A_8 \end{array} \right\}$$

Рациональным вариантом является восьмая структура конфигурации схемы пересечения:

$$A_8^* = \{0,9; 0,8; 1; 1; 0,8; 1; 0,4\}.$$

Таким образом, математическая модель выбора рациональной схемы пересечения УДС с применением ТСОДД, построенная на основании теории нечетких множеств, позволяет обосновано решать широкий класс задач управления и принятия технических решений по обеспечению БДД как при реконструкции, так и при проектировании УДС.

5.4 Определение выбора рационального варианта схемы пересечения УДС при различной степени важности критериев

При выборе рационального соотношения регулируемых и нерегулируемых пересечений с применением ТСОДД в общей структуре транспортного узла предложено использовать семь нечетких критериев, соответствующих выше перечисленным факторам (рисунок 83) [222].

Количественная оценка каждого критерия произведена на основании экспертных оценок и статистических данных о диапазоне их изменения. Решение поставленной задачи осуществлено другим вариантом - критерии различной степени важности.

Значимость критериев T_j в общей структуре критериев различается, поэтому они имеют различную степень важности. Рассматриваемые критерии T_2 , T_3 , T_5 и T_6 зависят от таких факторов, как непосредственно конфигурация пересечения, расположение транспортного узла, местоположение центров притяжения, наличие ТСОДД, степень опасности, функциональные особенности транспортного узла. При условии, что критерии T_j имеют различную степень важности и каждому из них присвоена степень важности $\alpha_j \geq 0$ (значение α тем выше, чем важнее критерий), тогда правило выбора вычисляется с помощью выражения:

$$M = T_1^{a_1} \zeta T_2^{a_2} \zeta \dots \zeta T_j^{a_n}, \quad (86)$$

где $\alpha_j \geq 0; j = 1..n; \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \alpha_j = 1$, n – количество критериев.

Для определения коэффициентов относительной важности применяется процедура парного сравнения критериев, поэтому необходимо сформировать матрицу парных сравнений K . Элементы матрицы определяются из таблицы 27 и должны удовлетворять условиям: $m_{ii} = 1; m_{ij} = 1/m_{ji}$:

$$K = (m_{ij}) = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & \dots & m_{1n} \\ m_{21} & m_{22} & \dots & m_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{n1} & m_{n2} & \dots & m_{nn} \end{pmatrix} \quad (87)$$

Анализ метода иерархии Саати [217] позволяет осуществить оценку, принятую по девятибалльной шкале.

Таблица 27 – Шкала относительной важности критериев

Интенсивность относительной важности критериев в баллах	Степень значимости критериев	Объяснение оценки экспертов важности критериев
1	Равная важность	Важность критерия (факторов) $T_i = T_j$
3	Умеренное превосходство одного над другим	Опыт и суждения дают легкое превосходство одному критерию над другим
5	Существенное превосходство	Имеющиеся данные свидетельствуют о заметном превосходстве T_i над T_j
7	Очень сильное превосходство	Превосходство критерия T_i над T_j очевидно
9	Абсолютное превосходство	Очевидность превосходства T_i над T_j подтверждается всеми имеющимися признаками
2, 4, 6, 8	Промежуточные решения между двумя соседними суждения	Применяются в компромиссных случаях

После проведенных расчетов выбран собственный вектор матрицы $K - w$, отвечающий максимальному собственному значению λ_{\max} .

Произведение элементов w_i (вектор приоритетов T_j) на n (количество рассматриваемых критериев $n = 6$) позволяет определить нужные коэффициенты α_j для выполнения условия [223]:

$$a_j = n \times w_i. \quad (88)$$

В результате статистической и экспертной оценки выбраны термы для лингвистических переменных и диапазон их возможных значений. Для описания критериев T_1-T_7 вводятся четыре функциональные входные лингвистические переменные (термы). Диапазоны лингвистических переменных заданы в относительных единицах для каждого критерия T_j и представлены в таблице 25.

Построение ФП для каждого критерия начинается с оценочного расчета возможного диапазона изменения количественных оценок в сопоставимых ценах, и результаты сводятся в таблицу. Затем производится статистическая обработка и определяется количество попаданий расчетных значений в один из интервалов $((v_{ij}), i=1\div 6, j=1\div 9)$. Значения ФП вычисляются по формуле [226]:

$$m_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_{i\max}}, \quad (89)$$

где $v_{i\max}$ – максимальное значение элемента в i -й строке.

Выбор рационального варианта схемы пересечения УДС, включающего в себя элементы ТСОДД, можно осуществить предложенным способом, который учитывает различную важность критериев.

Матрица K сформирована согласно данным, представленным шкалой относительной важности в соответствии с требованиями к структуре и конфигурации транспортного узла:

$$K = (m_{ij}) = \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 1 & 5 & 1 & 1 \\ 0,143 & 1 & 3 & 0,2 & 0,2 & 0,333 & 7 \\ 0,2 & 0,333 & 1 & 0,2 & 0,333 & 1 & 0,2 \\ 1 & 5 & 5 & 1 & 1 & 1 & 0,333 \\ 0,2 & 5 & 3 & 1 & 1 & 3 & 0,333 \\ 1 & 3 & 1 & 1 & 0,333 & 1 & 0,333 \\ 1 & 0,143 & 5 & 3 & 3 & 3 & 1 \end{pmatrix}.$$

Схема и описание шкалы относительной важности критериев представлена на рисунке 86.

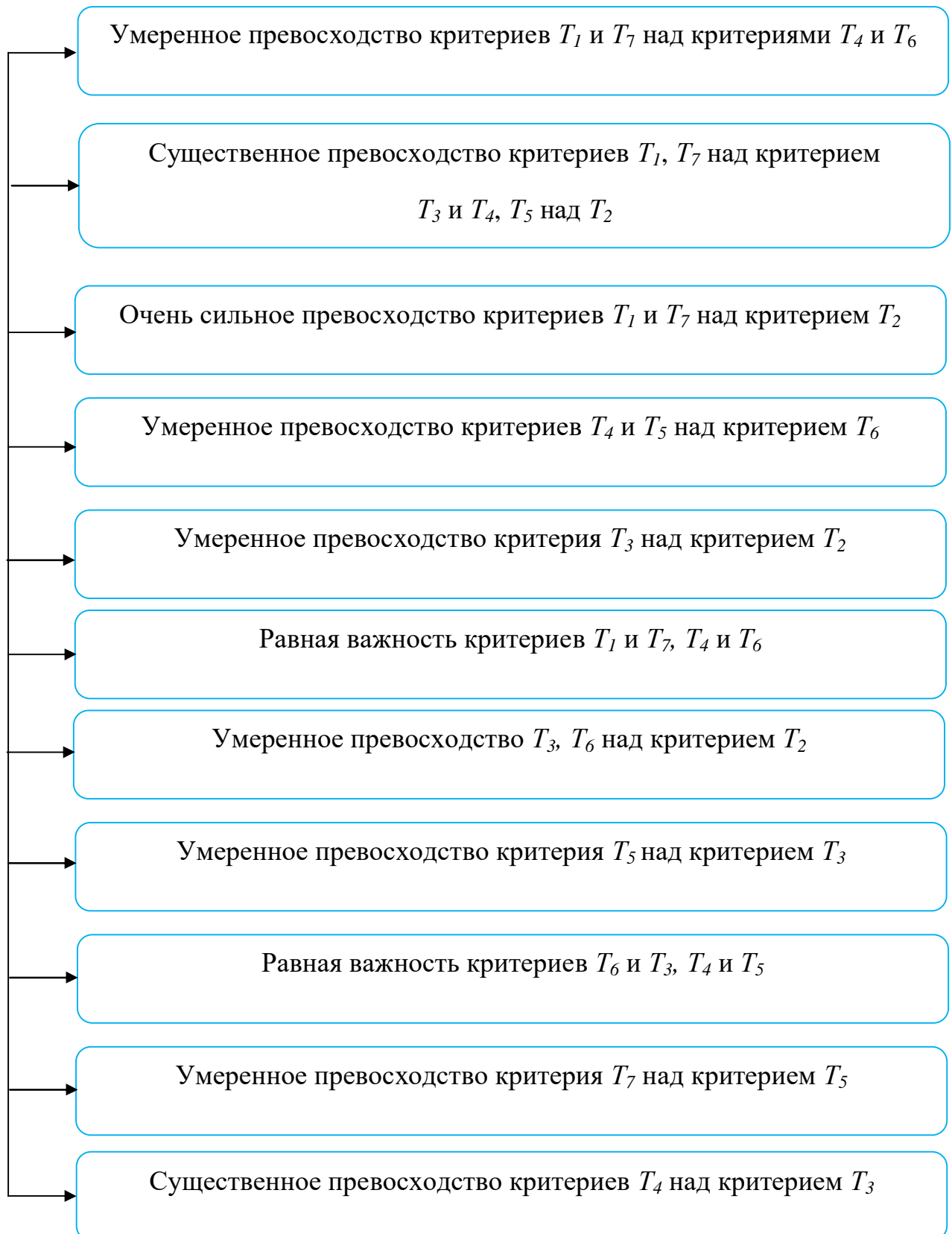


Рисунок 86 – Схема шкалы относительной важности критериев

На основании полученной матрицы K определяется собственный вектор парных сравнений этой матрицы требований:

$$w = \begin{pmatrix} 0,601 \\ 0,362 \\ 0,08 \\ 0,371 \\ 0,358 \\ 0,25 \\ 0,416 \end{pmatrix}.$$

Отсюда коэффициенты относительной важности равны:

$$\alpha_1 = n \cdot w_1 = 7 \cdot 0,601 = 4,207;$$

$$\alpha_2 = n \cdot w_2 = 7 \cdot 0,362 = 2,534;$$

$$\alpha_3 = n \cdot w_3 = 7 \cdot 0,08 = 0,56;$$

$$\alpha_4 = n \cdot w_4 = 7 \cdot 0,371 = 2,597;$$

$$\alpha_5 = n \cdot w_5 = 7 \cdot 0,358 = 2,506;$$

$$\alpha_6 = n \cdot w_6 = 7 \cdot 0,25 = 1,75;$$

$$\alpha_7 = n \cdot w_7 = 7 \cdot 0,416 = 2,912.$$

Отсюда получаются ФП с модифицированным множеством требований:

$$T_1^{\alpha_1} = T_1^{4,207} = \left\{ 0,054/A_1; 0,197/A_2; 0,117/A_3; 0,0011/A_4; \right. \\ \left. 0,117/A_5; 0,012/A_6; 0,298/A_7; 0,043/A_8; \right\};$$

$$T_2^{\alpha_2} = T_2^{2,534} = \left\{ 1/A_1; 0,336/A_2; 0,098/A_3; 0,0046/A_4; \right. \\ \left. 0,0057/A_5; 0,173/A_6; 0,274/A_7; 0,568/A_8; \right\};$$

$$T_3^{\alpha_3} = T_3^{0,56} = \left\{ 1/A_1; 0,883/A_2; 0,751/A_3; 0,333/A_4; \right. \\ \left. 0,858/A_5; 0,333/A_6; 0,883/A_7; 1/A_8; \right\};$$

$$T_4^{\alpha_4} = T_4^{2,597} = \left\{ 1/A_1; 0,01/A_2; 0,025/A_3; 0,616/A_4; \right. \\ \left. 0,579/A_5; 0,033/A_6; 1/A_7; 1/A_8; \right\};$$

$$T_5^{\alpha_5} = T_5^{2,506} = \left\{ 0,96/A_1; 0,572/A_2; 0,302/A_3; 0,101/A_4; \right. \\ \left. 0,034/A_5; 0,101/A_6; 0,045/A_7; 0,572/A_8; \right\};$$

$$T_6^{\alpha_6} = T_6^{1,75} = \left\{ 0,04/A_1; 0,496/A_2; 0,677/A_3; 0,483/A_4; \right. \\ \left. 0,076/A_5; 0,05/A_6; 0,604/A_7; 0,722/A_8; \right\};$$

$$T_7^{\alpha_7} = T_7^{2,912} = \left\{ 1/A_1; 0,055/A_2; 0,133/A_3; 0,4/A_4; \right. \\ \left. 0,433/A_5; 0,009/A_6; 0,045/A_7; 0,069/A_8; \right\};$$

На гистограмме (рисунок 87) видна роль степени влияния указанного критерия для выбора рационального варианта схемы пересечения УДС с применением ТСОДД.

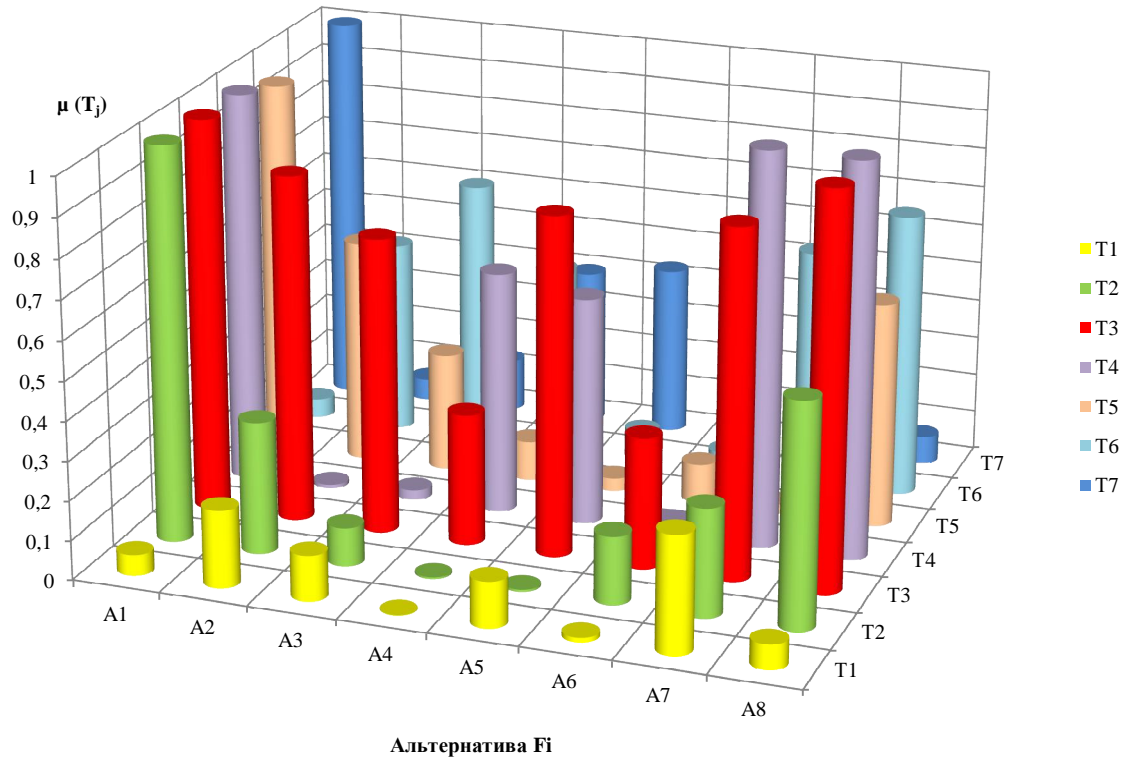


Рисунок 87 – Оценка ФП схем пересечения УДС при различных критериях с разной степенью важности

Предложенное правило позволяет определить минимальные значения ФП. Из полученных значений необходимо выбрать максимальное значение. Основываясь на предложенном выше алгоритме, рациональный вариант с учетом вариативности критериев предлагает первая структура.

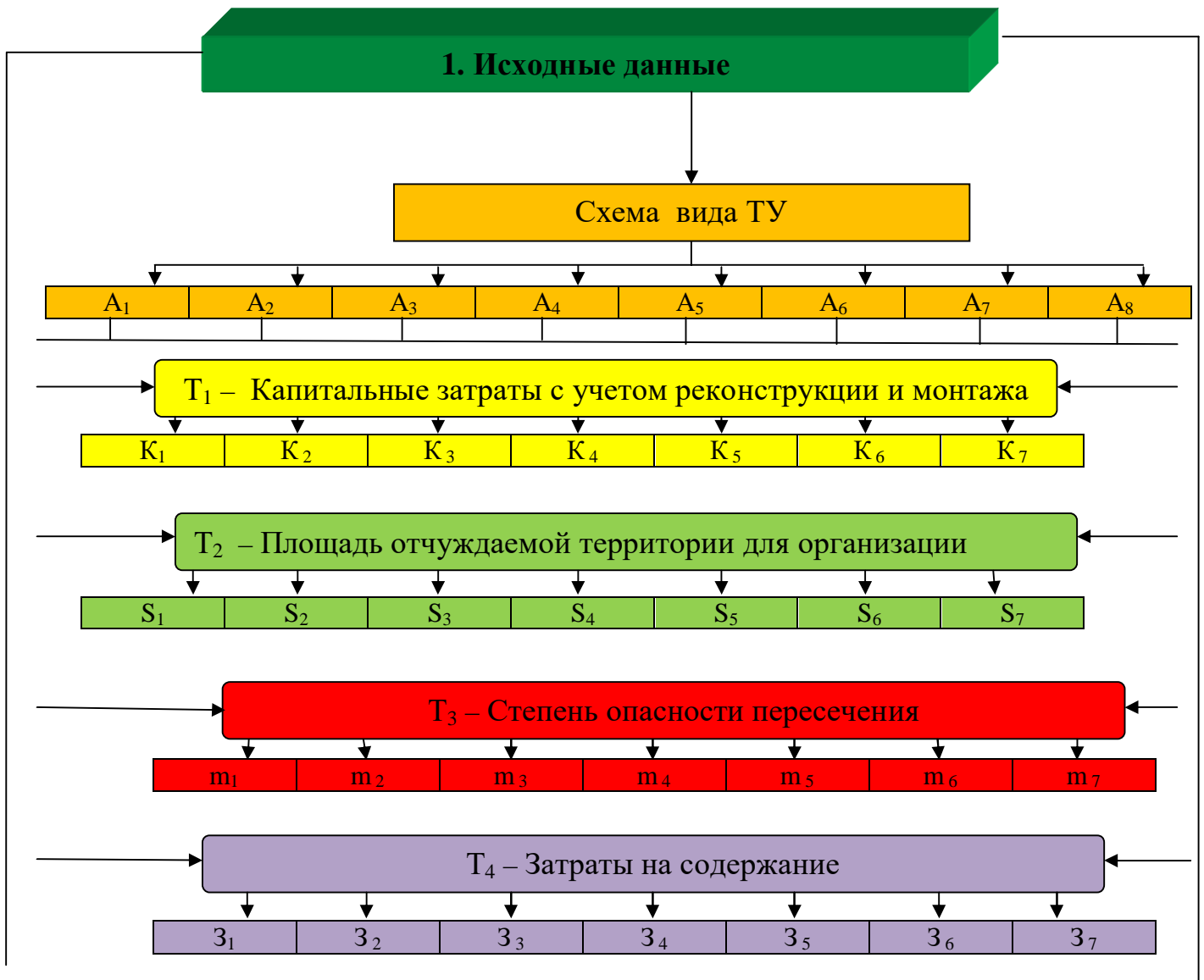
$$A_7^* = \{0,298; 0,274; 0,883; 1; 0,045; 0,604; 0,045\}.$$

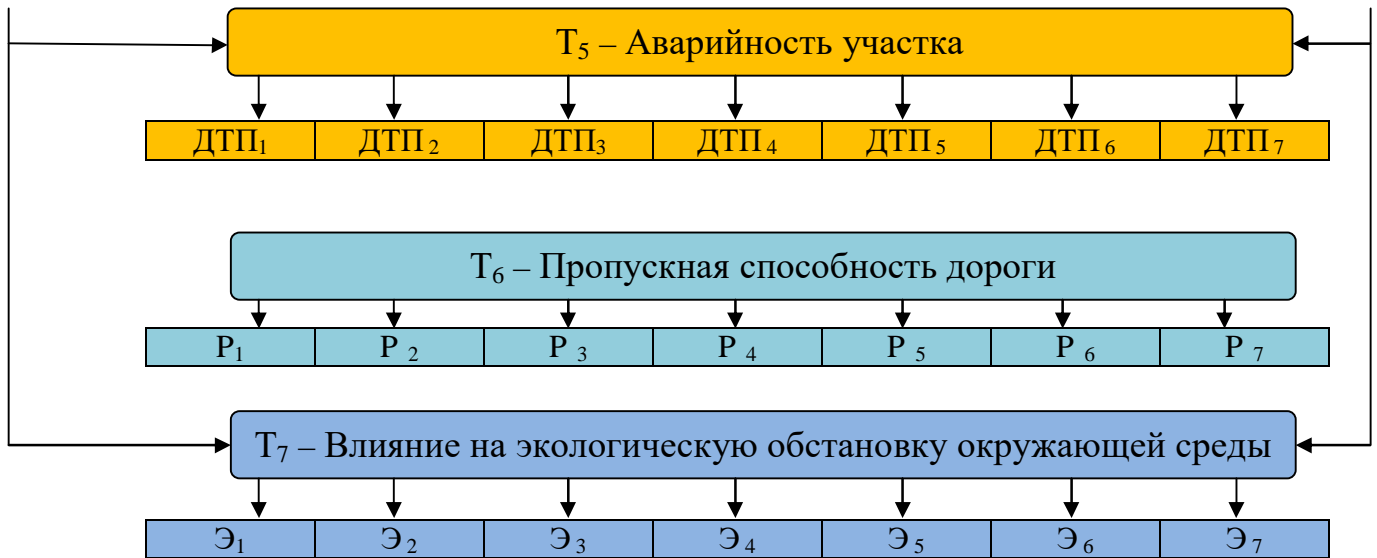
Установлено, что указанный вариант решения более точно учитывает влияние критериев. Поэтому принято решение выбрать полученную конфигурацию схемы пересечения УДС.

5.5 Построение системы определения мероприятия, базирующегося на выборе рационального варианта при рассмотрении предложенных критериев оценки

Структура выбора рационального решения на основе нечетких множеств представлена ниже.

Структура выбора оптимального решения на основании нечетких множеств



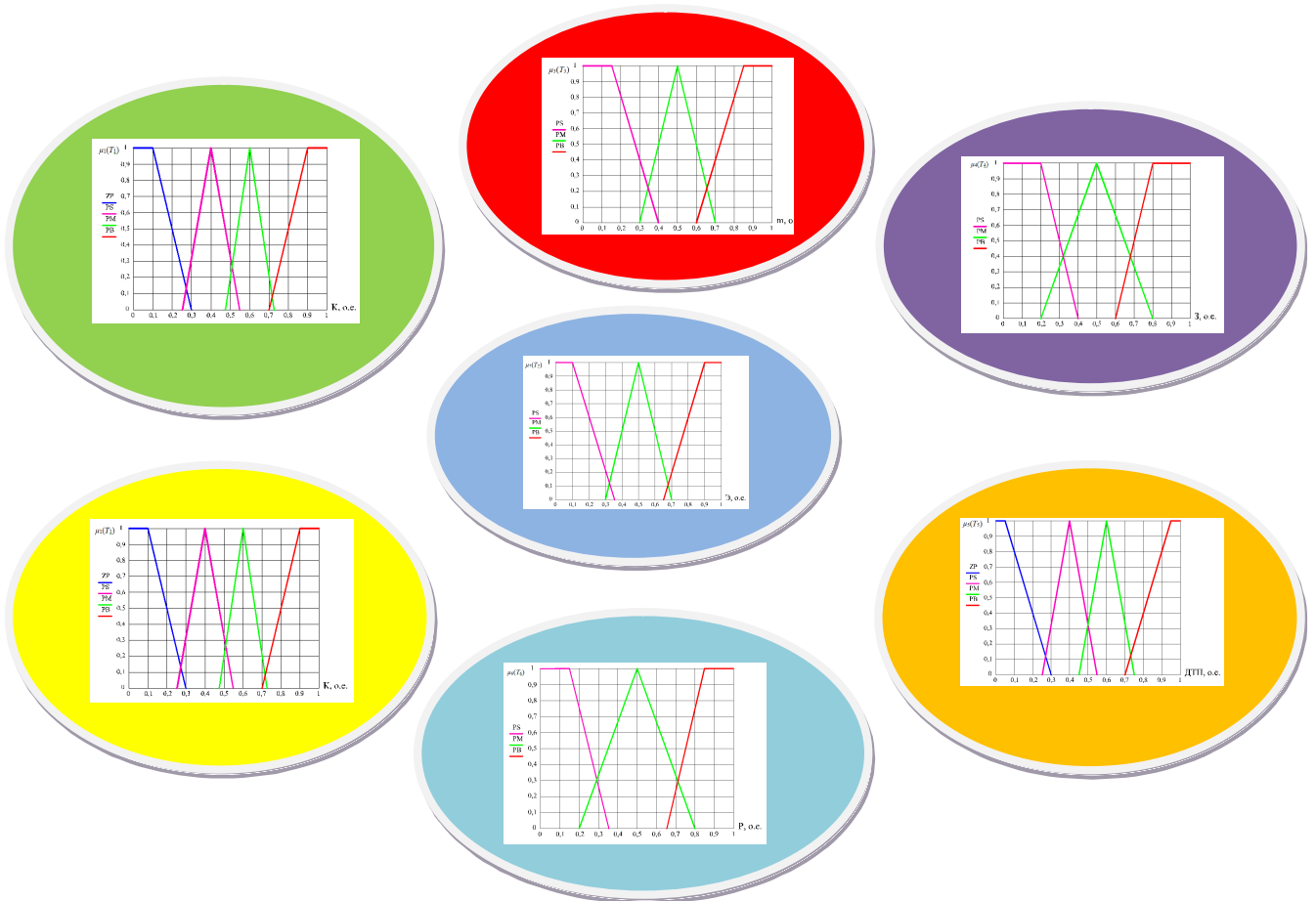


2. Диапазон изменения лингвистических переменных каждого

Лингвистические переменные	Термы			
	ZP	PS	PM	PB
T_1, K	[0; 0,1; 0,3]	[0,25; 0,4; 0,55]	[0,47; 0,6; 0,73]	[0,7; 0,9; 1]
T_2, S	[0; 0,05; 0,2]	[0,15; 0,3; 0,45]	[0,4; 0,55; 0,7]	[0,65; 0,9; 1]
T_3, m	–	[0; 0,15; 0,4]	[0,3; 0,5; 0,7]	[0,6; 0,85; 1]
T_4, Z	–	[0; 0,2; 0,4]	[0,2; 0,5; 0,8]	[0,6; 0,8; 1]
$T_5, ДТП$	[0; 0,05; 0,3]	[0,25; 0,4; 0,55]	[0,45; 0,6; 0,75]	[0,7; 0,95; 1]
T_6, P	–	[0; 0,15; 0,35]	[0,2; 0,5; 0,8]	[0,65; 0,85; 1]
$T_7, Э$	–	[0; 0,1; 0,35]	[0,3; 0,5; 0,7]	[0,65; 0,9; 1]

T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

3. Определение ФП для лингвистических переменных



4. Оценка критериев для различных транспортных узлов

Тип структуры	$K, o.e.$	$S, o.e.$	$m, o.e.$	$3, o.e.$	$ДПП, o.e.$	$P, o.e.$	$\mathcal{E}, o.e.$
A_1	0,2	0,05	0,95	0,05	0,93	0,25	0,93
A_2	0,35	0,1	0,8	0,25	0,9	0,4	0,73
A_3	0,45	0,13	0,75	0,35	0,85	0,55	0,6
A_4	0,5	0,17	0,62	0,45	0,8	0,6	0,55
A_5	0,65	0,18	0,45	0,55	0,77	0,7	0,45
A_6	0,75	0,22	0,32	0,65	0,69	0,75	0,33
A_7	0,85	0,8	0,2	0,95	0,23	0,8	0,28
A_8	0,88	0,85	0,05	1	0,1	0,82	0,25

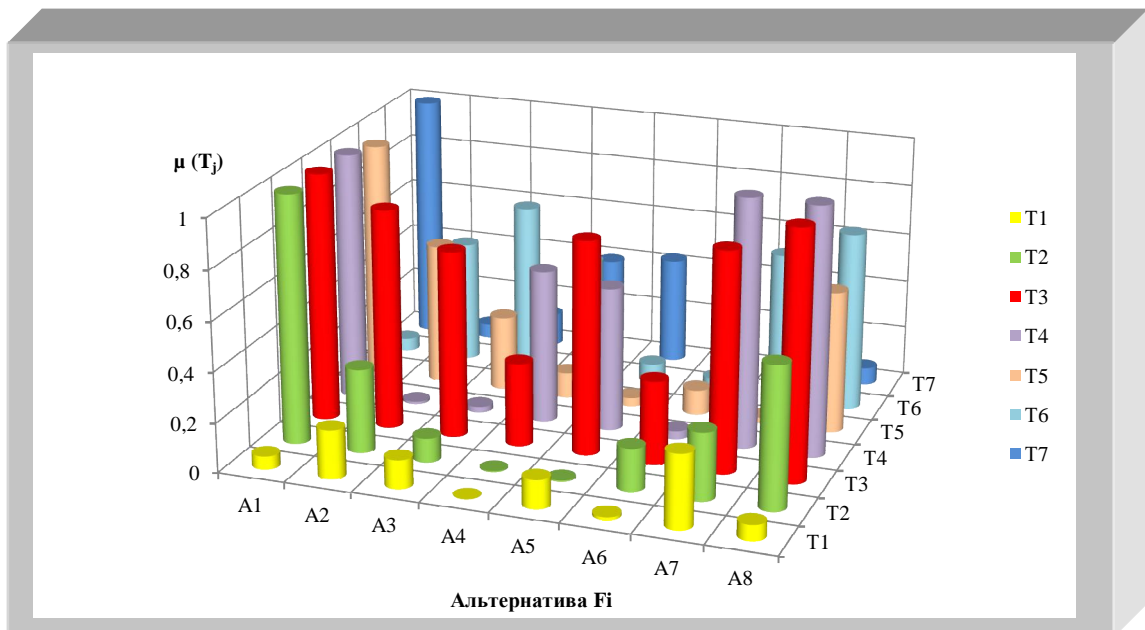
5. Формирование ФП

$$\begin{aligned}
 T_1 &= \{0,5/A_1; 0,68/A_2; 0,6/A_3; 0,2/A_4; 0,6/A_5; 0,35/A_6; 0,75/A_7; 0,9/A_8\}; \\
 T_2 &= \{1/A_1; 0,65/A_2; 0,4/A_3; 0,12/A_4; 0,13/A_5; 0,5/A_6; 0,6/A_7; 0,8/A_8\}; \\
 T_3 &= \{1/A_1; 0,8/A_2; 0,6/A_3; 0,14/A_4; 0,76/A_5; 0,14/A_6; 0,8/A_7; 1/A_8\}; \\
 T_4 &= \{1/A_1; 0,17/A_2; 0,24/A_3; 0,83/A_4; 0,81/A_5; 0,27/A_6; 1/A_7; 1/A_8\}; \\
 T_5 &= \{0,96/A_1; 0,8/A_2; 0,62/A_3; 0,4/A_4; 0,26/A_5; 0,4/A_6; 0,23/A_7; 0,8/A_8\}; \\
 T_6 &= \{0,18/A_1; 0,67/A_2; 0,8/A_3; 0,66/A_4; 0,23/A_5; 0,18/A_6; 0,75/A_7; 0,83/A_8\}; \\
 T_7 &= \{1/A_1; 0,37/A_2; 0,5/A_3; 0,73/A_4; 0,75/A_5; 0,09/A_6; 0,28/A_7; 0,4/A_8\};
 \end{aligned}$$

6. Получение конечного результата

$$A_8 = \{0,9; 0,8; 1; 1; 0,8; 1; 0,4\}.$$

7. Оценка ФП заданных схем ГУ



Таким образом, нечеткое моделирование реальных систем является эффективным средством решения разнообразных практических задач. Разработанная математическая модель, основанная на теории нечетких множеств и учитывающая предлагаемые критерии оценки, позволяет осуществлять выбор рационального варианта пересечения на УДС.

5.6 Выводы по главе

1. Определены и обоснованы основные критерии оценки для рационального выбора мероприятий, имеющих одинаковую и различную степени важности при реконструкции или проектировании участка УДС городской агломерации. Также произведена оценка каждого критерия на основании экспертных оценок и статистических данных о диапазоне их изменения, в результате чего выбраны термы лингвистических переменных и диапазон возможных значений. Применено правило минимальных значений ФП, по итогу которых выбрано максимальное значение, которое является рациональным вариантом.

2. Разработана математическая модель рационального выбора варианта схемы пересечения на УДС, основанная на теории нечетких множеств, учитывающая предлагаемые критерии оценки. Модель позволяет органам исполнительной власти разного уровня, должностным лицам и специалистам различных ведомств и структур, отвечающих за ОДД и БДД, стратегическое и архитектурное планирование территории, принимать управленческие решения при реализации практических задач по обеспечению БДД и снижению аварийности. Данную модель представляется возможным внедрять на любой территории субъекта или городской агломерации.

ГЛАВА 6 ОЦЕНКА И ОБОСНОВАННОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ, ПОВЫШАЮЩИХ БДД

Реализация любой программы развития и совершенствования УДС должна сопровождаться выполнением расчётов экономической эффективности капитальных вложений, которые преследует цель поиска наиболее рационального варианта реконструкции автодороги или дорожных сооружений как по периоду окупаемости затрат, так и по величине текущих издержек.

Наибольший вес в текущих эксплуатационных издержках имеют потери от вовлечения в ДТП людей и потери транспорта от несовершенства ОДД.

Учитывая, что такие расчёты выполняются на этапе проектирования, особую сложность вызывает прогнозирование потерь от ДТП и потерь транспорта для предлагаемого (проектного) варианта, для которого нет достоверных статистических данных и возможности проведения натурных измерений.

Все существующие методики определения указанных потерь либо, во многом, не актуальны; поскольку опираются на исследования 70х – 80х гг. 20-го столетия, либо не учитывают уникальных особенностей конкретных участков УДС, опираясь лишь на характерные, повторяющиеся, обобщающие показатели и их значения.

Анализ изложенных в настоящей работе положений и моделей позволяет реализовать построение тренда интенсивности движения ТП, используя только лишь данные измерения интенсивности движения за ограниченный промежуток времени. Очевидно, что динамика такого тренда будет коррелироваться с ростом транспортной загруженности участка УДС и, следовательно, с потерями транспорта.

ДТП по своей сути является типичным примером случайных процессов, поэтому для вычисления прогнозных значений потерь от ДТП в проектируемых условиях дорожного движения логично использование такого показателя, как математическое ожидание случайного процесса $M[X(t)]$.

Практический выход настоящего исследования может заключаться, в том числе, и в разработке алгоритма программы по обработке больших массивов статистических данных по интенсивности движения и ДТП на участках УДС с установлением в режиме «онлайн» тренда возникновения интенсивности движения ТП и математического ожидания возникновения ДТП, что позволит на основе подобранных правил воздействовать на транспортный поток с целью снижения аварийности и транспортных потерь.

6.1 Оценка ущерба от ДТП и обоснование эффективности мероприятий по БДД в местах концентрации ДТП в Белгородской городской агломерации

ДТП – это случайный процесс, который зависит от множества различных факторов. Одними из главных факторов, влияющих на вероятность возникновения ДТП, являются следующие, представленные на схеме (рисунок 88).



Рисунок 88 – Схема влияния различных факторов на вероятность возникновения ДТП

Более подробно указаны факторы, влияющие на вероятность возникновения ДТП, отражающие систему ВАДС. Они классифицированы следующим образом:

1. Состояние здоровья водителя: а) удовлетворительное – a_1 (обычное состояние водителя, при котором он может управлять ТС); б) неудовлетворительное – a_2 (водитель находится в состоянии алкогольного или наркотического опьянения).

2. Техническое состояние ТС: а) технически исправное – v_1 (ТС находится в исправном состоянии и готово к эксплуатации); б) технически неисправное – v_2 (ТС нельзя использовать для дальнейшей эксплуатации, необходим осмотр специалистами для дальнейшего приведения в надлежащее состояние).

3. Состояние дорожного покрытия: а) неудовлетворительное – c_1 (дорожное покрытие имеет коэффициент сцепления $< 0,3$); б) удовлетворительное – c_2 (дорожное покрытие имеет значение коэффициента сцепления $>0,3$).

4. Погодные условия: а) неудовлетворительные – d_1 (туман, дождь, снег); б) удовлетворительные – d_2 (ясно, пасмурно).

Таблица 28 – Процентное соотношение количества ДТП из-за представленных выше факторов за 2022 г.

Причина ДТП	Кол-во ДТП
По вине водителя (состояние опьянения)	93
Из-за технически неисправного ТС	117
Из-за неудовлетворительного состояния дорожного покрытия	2
Из-за погодных условий	16

Для определения очередности необходимо учитывать показатель индекса доходности. При этом очередность может изменяться исходя из стоимостных характеристик мероприятий и сложности предпроектной и проектной проработки, а также прочих факторов, в том числе социального и административного характера.

Технические и организационные мероприятия, которые необходимо выполнить в результате рекомендаций, полученных на основании научных исследований.

Мероприятия

Организационные мероприятия

1. Обустройство транспортных узлов

строительство развязки двухуровневой

реконструкция пересечения

строительство пешеходных переходов

строительство светофорных объектов

2. Инструкция по повышению БДД

рекомендации для сотрудников в области организации дорожного движения на основании анализа детекторов транспорта, базирующихся на нечеткой логике

Технические мероприятия

1. Установка информационных табло

предупреждающее табло о снижении скорости

самонастраивающееся табло в зависимости от ДТС

табло оперативного управления скоростным режимом движения

2. Оперативное управление скоростью движения ТП

3. Устройство ТСОДД

установка барьерных ограждений, предупреждающих знаков на опасных участках, выявленных на основании научных исследований, ИДН

Оценка экономической эффективности мероприятий произведена посредством расчета стоимости затрат времени ТС и пребывания пассажиров в пути до и после внедрения мероприятий с учетом возможного перепробега вследствие изменения условий проезда участков УДС, а также определения снижения ущерба, связанного с ДТП.

Экономическая эффективность от снижения затрат времени, затрачиваемого ТС на преодоление участка УДС, определена как разность между стоимостью времени C_{mp} , теряемого ТС на пересечении в существующих и проектируемых условиях:

$$\mathcal{E}_{mp} = C_{mp.сущ} - C_{mp.пр} \quad (90)$$

Стоимостная оценка времени, которое ТС теряет на пересечении за год, определяется выражением:

$$C_{mp} = T_{mp} \cdot S_{a-ч}, \quad (91)$$

где T_{mp} – годовые потери времени ТС (автомобиле-час) при определенном способе ОДД на исследуемом пересечении;

$S_{a-ч}$ – стоимость одного автомобиле-часа.

Стоимость одного автомобиле-часа принимается согласно действующим нормативным документам и составляет 440 руб [235].

По формуле (20) рассчитаны расходы, при нахождении пассажиров в пути:

$$C_{нас} = T_{mp} \cdot S_{ч-ч} \cdot (d_a \cdot B_a \cdot h_a + d_l \cdot B_l \cdot h_l), \quad (92)$$

где d_a, d_l – соотношение автобусов и легковых ТС в ТП; B_a, B_l – номинальная вместимость автобусов и легковых автомобилей; h_a, h_l – средний коэффициент заполнения автобусов и легковых автомобилей; $S_{ч-ч}$ – средняя величина потерь, приходящаяся на 1 ч пребывания пассажиров в пути (составляет 59 руб. [235]).

В таблице 29 отражены потери водителей и пассажиров ТС на преодоление маршрута.

Таблица 29 – Потери водителей и пассажиров ТС на прохождение пути

Направление	Задержки		Интенсивно сть	Стоимость потерь от задержек ТС		Экономия	Стоимость потерь от задержек пассажиров		Экономия
	проект.	сущ.		проект.	сущ.		проект.	сущ.	
направление Дубовое	12	47	2435	3571	13988	10416	1844	7221	5377
направление Северный	15	38	2369	4343	11003	6660	2242	5680	3438
направление Новосадовый	9	24	2296	2526	6735	4209	1304	3477	2173
направление Разумное	14	31	2541	4348	9628	5280	2245	4970	2726
направление Стрелецкое	18	36	1963	4319	8637	4319	2229	4459	2229
направление Майский	8	19	1894	1852	4398	2546	956	2271	1315
Всего за час	-	-	-	20959	54388	33430	10820	28078	17258
Всего за день	-	-	-	50301	130532	80232	25968	67387	41420
Всего за год	-	-	-	18359685	47644238	29284553	9478187	24596338	15118151

Из таблицы 29 видно, что экономия от снижения затрат времени ТС по исследуемым направлениям Белгородской городской агломерации составила 29284533 тыс. руб., а экономия от снижения затрат, связанных с нахождением пассажиров в пути, составила 15118151 тыс. руб.

Ущерб от ДТП на рассматриваемом участке за год определен выражением:

$$C_{ДТП}^{сущ} = S(n \cdot \Pi) + S(a \cdot M) \quad (93)$$

где n – количество людей, пострадавших по i -му виду травмы (гибель, ранение); Π – потери по одному человеку с i -й травмой, руб. (93); a – количество ДТП; M – материальный ущерб от 1 ДТП, руб. (таблица 30) [238-240].

Таблица 30 – Оценка последствий ДТП (усредненные значения)

Вид травмы	Потери, руб.	Ущерб, руб.
Гибель	9 345 000	-
Ранение	285 000	-
Материальный ущерб от одного ДТП	-	69 000

Таким образом, ущерб от ДТП определен по формуле и составил:

$$C_{ДТП}^{сущ} = (23 \cdot 9345000) + (42 \cdot 285000) + (198 \cdot 69000) = 240567,0 \text{ тыс. руб.}$$

При внедрении предлагаемых мероприятий ущерб от ДТП за год составляет:

$$C_{ДТП}^{np} = C_{ДТП}^{сущ} \times k_1 \times \dots \times k_i \quad (94)$$

где k_i – коэффициенты остаточного ущерба по отдельным мероприятиям.

Совершенствование УДС в Белгородской городской агломерации предусматривает установку информационных табло и знаков переменной информации, интегрирование в поверхность дороги складывающиеся искусственные дорожные неровности, устройство барьерных ограждений, установку камер фото и видео фиксации с обученной нейронной сетью,

установкой светофоров с вызывной кнопкой для пешеходов с учетом обученной нейронной сети. При этом $k_I = 0,35$.

Таким образом, $C_{ДТП}^{np} = 240567,0 \cdot 0,35 = 84198,5$ тыс. руб. Снижение потерь от ДТП составит: $C_{ДТП} = 240567,0 - 84198,5 = 156368,6$ тыс. руб.

Затраты на техническое обслуживание и ремонт оборудования составляют: $I_p = 5877,0 \cdot 0,05 = 293,8$ тыс. руб., а амортизационные отчисления: $I_a = 5877,0 \cdot 0,1 = 587,7$ тыс. руб.

По формуле определена эффективность предлагаемых мероприятий:

$$Z = C_{\text{тек}} + E_n \cdot K, \quad (95)$$

где $C_{\text{тек}}$ – годовые текущие затраты, для указанного варианта реконструкции; E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности (при реконструкции УДС $E_n = 0,15$); K – единовременные затраты на совершенствование УДС.

Затраты до внесения изменений в геометрическую схему в Белгородской городской агломерации:

$$Z_{\text{сущ}} = (47644,2 + 24596,3 + 240567,0) + 0,15 \cdot 0 = 312807,6 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты после изменения схем на рассматриваемых направлениях:

$$Z_{\text{пр}} = (18359,7 + 9478,2 + 84198,5 + 293,8 + 587,7) + 0,3 \cdot 140177,4 = 154971,1 \text{ тыс. руб.}$$

Экономическая эффективность внедряемых моделей за год составит: $\Delta_r = 312807,6 - 154971,1 = 157836,5$ тыс. руб.

Срок окупаемости ($T_{\text{ок}}$) рассчитан по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{\Delta_r} \quad (96)$$

Необходимо определить коэффициент дисконтирования a :

$$a = \frac{1}{(1 + E_n)^n}, \quad (97)$$

где E_n – ставка рефинансирования, принимаемая в расчетах (18%); n – год.

Таким образом, из выражения (97) получены следующие значения:

$$a = \frac{1}{(1 + 0,18)^{0,25}} = 0,959;$$

$$a = \frac{1}{(1 + 0,18)^{0,5}} = 0,921;$$

$$a = \frac{1}{(1 + 0,18)^{0,75}} = 0,883;$$

$$a = \frac{1}{(1 + 0,18)^1} = 0,847;$$

$$a = \frac{1}{(1 + 0,18)^2} = 0,764;$$

$$a = \frac{1}{(1 + 0,18)^3} = 0,609.$$

Период возврата инвестиций T_6 [234, 235]:

$$T_6 = t_x + \frac{|NPV_t|}{ЧДД_{t+1}}, \quad (98)$$

где t_x – количество периодов, при которых $NPV < 0$, лет; NPV_t – величина NPV в t -м периоде; $ЧДД_{t+1}$ – величина $ЧДД$ в $t+1$ -м периоде.

$$T_6 = 4 + 54540,0 : 92095,2 = 4,59 = 0,9 \text{ года.}$$

Таблица 31 – Денежный поток от инвестиционной деятельности (тыс. руб.)

Денежный поток от инвестиционной деятельности:	I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал	2 год	3 год
1	2	3	4	5	6	7
1 Затраты на СМР (3-2)	134300,4	-	-	-	-	-
2 Затраты на оборудование ($K_{об}$)	5877,0	-	-	-	-	-
3 Итого денежный отток (K)	140177,4	-	-	-	-	-
4 Амортизация ($K_{об} \cdot 0,1$)	-	146,9	146,9	146,9	587,7	587,7
5 Прирост валовой прибыли	-	39459,1	39459,1	39459,1	157836,5	157836,5
6 Налог на прибыль (24 %)	-	9470,2	9470,2	9470,2	37880,8	37880,8
7 Прирост чистой прибыли (5-6)	-	29988,9	29988,9	29988,9	119955,7	119955,7
8 Итого: сальдо (7+4)	-	30135,9	30135,9	30135,9	120543,4	120543,4
9 Чистый денежный поток (ЧДП) (8-3)	-140177,4	30135,9	30135,9	30135,9	120543,4	120543,4
10 ЧДП нарастающим итогом	-140177,4	-110041,5	-79905,7	-49769,8	70773,6	191317,0

1	2	3	4	5	6	7
11 Коэффициент дисконтирования (α , при $E_H=18\%$)	0,959	0,921	0,883	0,847	0,764	0,609
12 Дисконтированный денежный поток (ЧДД ₁) (9*11)	-46263,1	124803,2	119653,9	114775,6	414113,6	330098,4
13 Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом (NPV_I)	-46263,1	78540,1	198194,0	312969,6	727083,1	1057181,5

Для определения срока возврата инвестиций необходимо определить период окупаемости проекта $T'_{ок}$:

$$T'_{ок} = T_v - T_{инв}, \quad (99)$$

где $T_{инв}$ – период инвестирования (I квартал) [234].

По формуле (99) получено значение периода окупаемости: $T'_{ок} = 1,15 - 0,25 = 0,9$ года.

Дисконтированный денежный поток и финансовая составляющая внедряемых моделей представлены на рисунке 89.

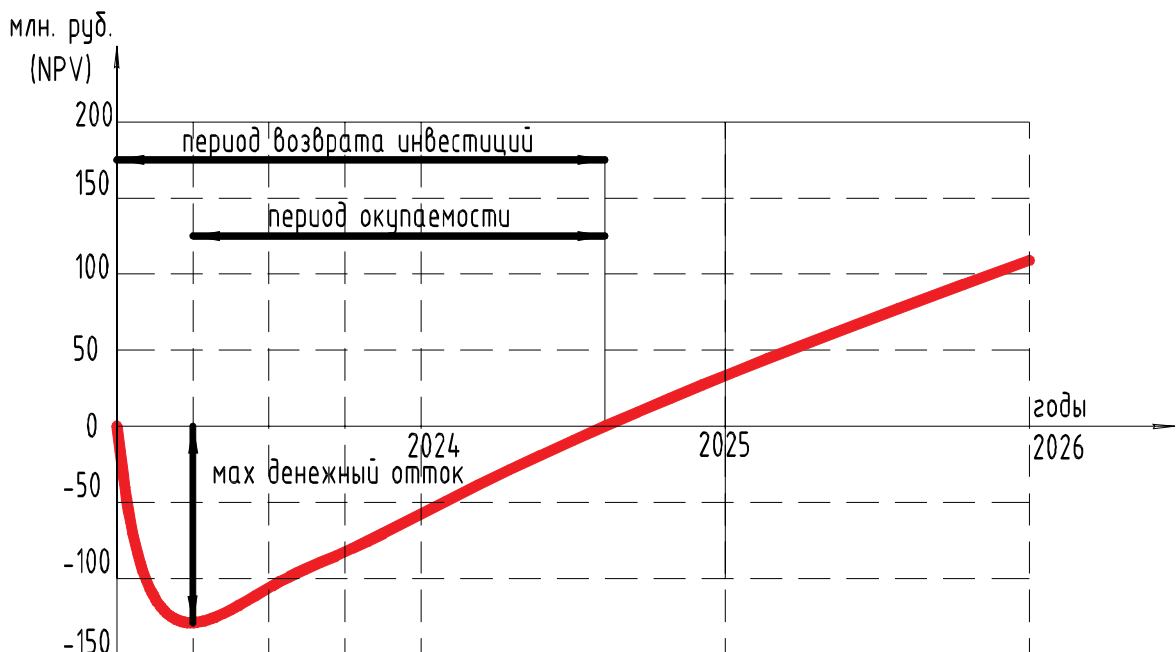


Рисунок 89 – Финансовая составляющая внедряемых моделей

При внедрении на УДС разработанных моделей, рассчитан интегральный экономический эффект (NPV), который на 3-й год составляет сумму более 110 млн. рублей.

Таким образом, применение предлагаемых моделей достаточно эффективно, так как интегральный экономический эффект выше нуля и срок окупаемости составляет 0,9 года.

6.2 Экономическая и экологическая оценка разработанных моделей в Белгородской городской агломерации

Предложенные мероприятия по повышению БДД свидетельствуют об эффективности внедренных мероприятий. Результаты снижения смертности на участках УДС с повышенной опасностью в Белгородской городской агломерации на основе апробированных методов и разработанных моделей представлены в таблице 32.

Несмотря на положительную роль развития улично-дорожной сети на экономику государства в целом, которая заключается в предоставлении транспортной связи между субъектами экономической деятельности, автомобильная дорога и движущийся по ней автомобильный транспорт оказывает негативное воздействие на экологическую обстановку не только прилегающих к дороге территорий, но и воздушного пространства в целом. В результате воздействия транспорта происходит загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и грунтовых вод, почвы, включая разрушение природного ландшафта.

Наряду с развитием транспорта необходимо решать проблему экологической безопасности посредством снижения воздействия ТС на окружающую среду. Рост интенсивности ТП, роста автомобилизации, повышение грузоподъемности автомобильного парка, развитие УДС, ведущее к повышению средней скорости движения, приводит к росту виброакустического и токсичного загрязнения окружающей среды (ОС).

Таблица 32 – Оценка изменений показателей БДД после реализации предложенных мероприятий в Белгородской городской агломерации

Наименование исследуемого участка городской агломерации	Общее количество ДТП, %		Количество ДТП (столкновения)		Количество погибших при столкновении ТС, %		Количество ДТП (наезд на пешехода), %		Количество погибших пешеходов, %		Снижение общего количества ДТП, %	Снижение погибших при столкновении ТС, %	Снижение погибших пешеходов, %
	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после			
Направление №1 (Дубовое)	100	82	100	79	-	-	100	33	-	-	18	-	-
Направление №2 (Майский)	100	63	100	40	-	-	100	-	-	-	37	-	-
Направление №3 (Стрелецкое)	100	82	100	100	100	50	100	67	100	-	18	50	100
Направление №4 (Северный)	100	56	100	87	100	-	100	33	-	-	44	-	-
Направление №5 (Новосадовый)	100	90	100	84	100	-	100	-	-	-	10	-	-
Направление №6 (Разумное)	100	81	100	85	100	60	100	84	100	100	19	40	-

Выхлопные газы ТС являются источником выбросов двуокси углерода (CO_2), величина которой по данным Кембриджского университета ежегодно составляет 4 млрд. т. По прогнозам ученых при сохранении роста использования топлива к 2030 г. величина выброса CO_2 может составить 7 млрд. т в год, при этом возникает рост температуры окружающей среды на 4°C [227].

В Российской Федерации величина вредных выбросов автомобильного транспорта составляет около 35 млн. т, при этом доля выбросов ТС составляет 58 % [228].

Выхлопные газы двигателя внутреннего сгорания содержат более 200 токсичных веществ, наиболее вредными из которых являются сажа, оксиды азота, серы и углерода (рисунок 90) [229].

По статистическим данным [6] крупные города являются основным источником загрязнения. На их долю приходится от 50 до 90 % загрязнения.

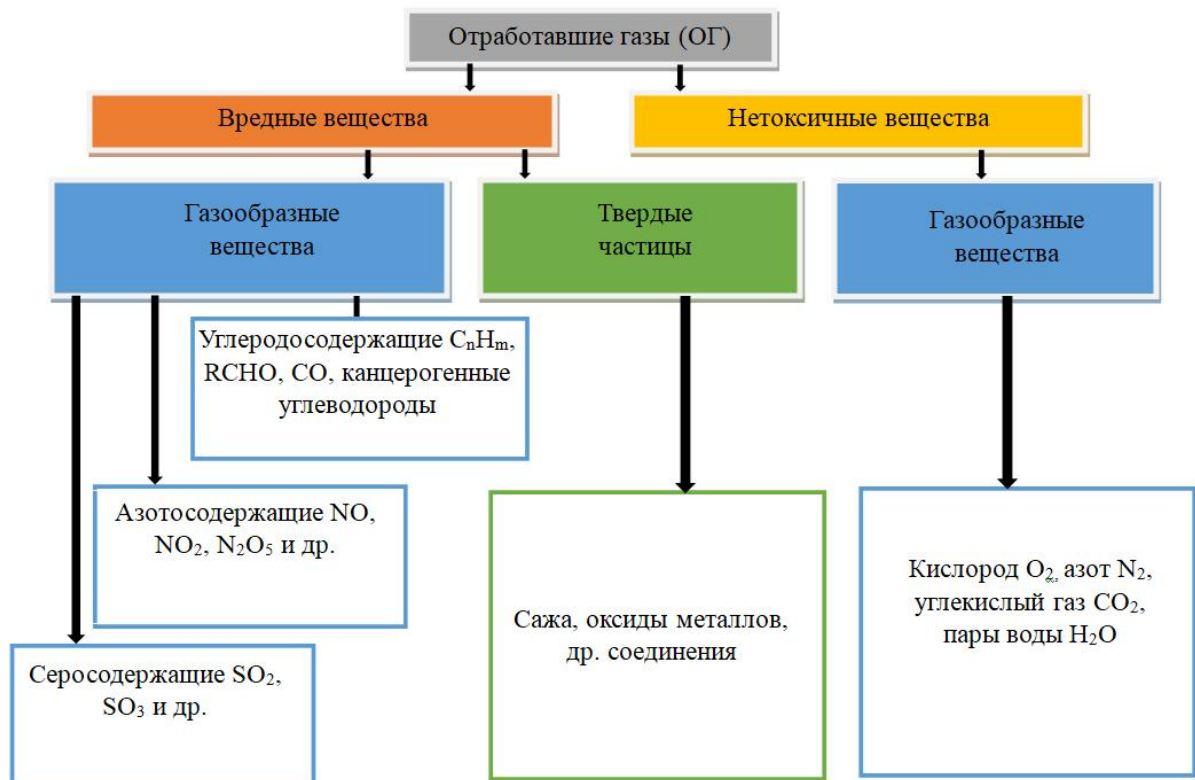


Рисунок 90 – Состав отработавших газов

В своих исследованиях А.П. Платонов и С.К. Илиополов отражают ряд факторов, которые влияют на загрязнение атмосферы [230]:

- конструкция ТС – на 30%;
- техническое состояние ТС – на 30%;
- состояние дорожного покрытия и средств ОДД – на 40%.

Согласно исследованиям И.О. Евгеньева, где ущерб ОС от воздействия транспорта в Российской Федерации выше, чем в зарубежных странах. Уровень этого показателя зависит от следующих условий:

- уровня технической оснащенности транспортных средств;
- условий эксплуатации транспортных средств;
- уровня развития транспортной сети [231].

Отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания составляют основную долю веществ, загрязняющих окружающую среду. При выработке подходов к решению проблемы снижения отрицательного воздействия транспортных средств на ОС в прилегающей к автомобильной дороге территории, необходимо главным образом учитывать выбор условий движения ТП.

Диаграмма отражает долю техногенных источников в общем загрязнении и указывает на то, что ТС являются одним из главных источников загрязнения окружающей среды и атмосферы (рисунок 91) [229].

В результате работы автомобильного транспорта доля выбросов вредных веществ составляет:

- 80% всех выбросов ОС и азотистых соединений;
- 90% всех выбросов углеводородов.

По статистике, на оксид углерода (СО) приходится около 80 %, на углеводороды (C_mH_n) – около 8 %, на окислы азота (NO_x) примерно 5% от общего объема транспортных выбросов вредных веществ в атмосферу [232].

Парниковый эффект, который значительно влияет на изменение климатической обстановки планеты, формируется за счет функционирования дорожно-транспортной инфраструктуры.

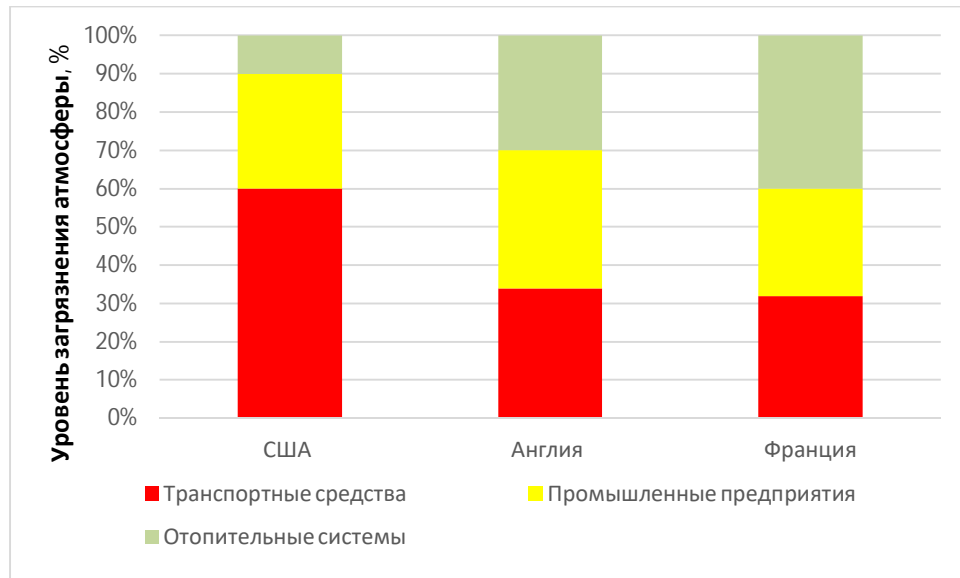


Рисунок 91 – Диаграмма распределения техногенных источников загрязнения атмосферы:

■ - отопительные системы; ■ - промышленные предприятия; ■ - ТС

Методика Корчагина В.А. позволяет оценить экономические потери от загрязнения атмосферы выбросами вредных веществ (ВВ), образованных в результате выхлопа отработавших газов двигателя внутреннего сгорания. Оценка производится на участке УДС в течение года с учетом удельного выброса ВВ в т/1000 км пробега или г/1 км пробега:

$$C_3 = \frac{0,365LN_{\text{ник}}m}{k_n} \mathring{a} D_{\text{ydi}} C_{\text{ydi}} b_i \quad (100)$$

где L – протяженность пути, км; $N_{\text{ник}}$ – интенсивность движения ТС в час пик, авт/ч; k_i – коэффициент неравномерности движения ТП ($k_i = 0,1$); m – коэффициент, учитывающий увеличение расхода топлива при частых остановках в процессе движения; C_{ydi} – удельный ущерб от выброса i -го вредного вещества, р/1 т вещества; D_{ydi} – удельный выброс i -го вредного вещества; b_i – коэффициент, который учитывает влияние технического состояния ТС на выброс ВВ (при отсутствии этих данных $b_i = 1$).

По требованиям для расчета выброса ВВ [234] при сгорании 1 кг топлива для легковых ТС экологического класса выше ЕВРО-1, удельный выброс основных загрязняющих веществ составляет:

1. Оксид углерода (СО) – 21,5 г/кг.
2. Углеводороды в пересчете на $\text{C}_{\text{H}_{1,85}}$ (включая VOC, содержащиеся в испарениях топлива) (VOC) – 2,4 г/кг.
3. Оксиды азота в пересчете на NO_2 (NO_x) – 5,8 г/кг.
4. Диоксид серы (SO_2) – 0,54 г/кг.

Каждое ДТП приводит к возникновению случайных заторов, что влечет за собой неоправданный перерасход топлива, изнашивание узлов и агрегатов ТС, ухудшению экологической ситуации из-за повышенного количества выбросов ВВ.

При возникновении ДТП на УДС городской агломерации значения основных выбросов ВВ составляют (таблица 33).

Рассчитав значение расхода топлива на каждом из рассматриваемых пересечениях и значение выброса ВВ при сгорании 1 кг топлива [235], определено значение выбросов ВВ при обычных условиях и при условии возникновения ДТП (таблица 33, рисунок 92). Исходя из полученных результатов (таблица 33), в случае возникновения ДТП по всем рассматриваемым участкам был установлен факт роста выбросов ВВ.

Таким образом, при снижении вероятности возникновения ДТП, представляется возможным снизить выбросы ВВ: оксида углерода на 4,827 т, углеводорода на 0,539 т, оксида азота на 1,302 т и сернистого ангидрида на 0,121 т (рисунок 92).

Таблица 33 – Экономический ущерб от основных выбросов ВВ

Наименование выбросов вредных веществ	При возникновении ДТП	При отсутствии ДТП	Разница между ситуациями на УДС
Оксид углерода СО, т/год	230,2254	101,8475	28,3779
Стоимость, руб/год	1081098,58	845512,688	235585,892
Оксид азота NO, т/год	15,4159	12,478	2,9379

Окончание таблицы 33

Стоимость, руб/год	345544,326	279691,835	65852,491
Углеводороды СН, т/год	35,7116	28,9082	6,8034
Стоимость, руб/год	889402,286	719962,678	169439,608
Сернистый ангидрид SO ₂ , т/год	3,2057	2,5316	0,6741
Стоимость, руб/год	53226,4848	42033,9299	11192,5549

При снижении вероятности возникновения ДТП концентрация ВВ была уменьшена на 8,7 %, что говорит об улучшении экологической обстановки в городской агломерации.

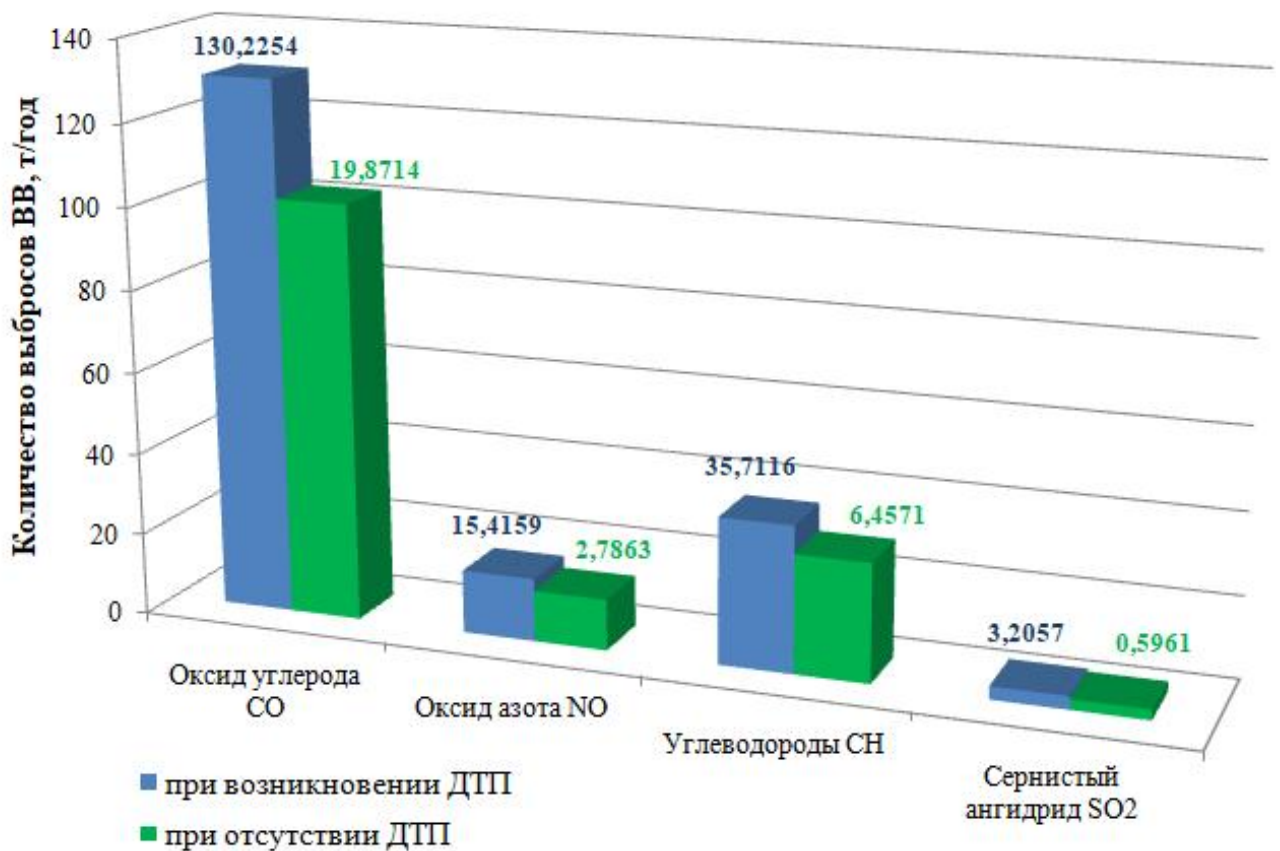


Рисунок 92 – Значения выбросов ВВ при возникновении ДТП и при отсутствии ДТП

После снижения вероятности возникновения ДТП экономическая эффективность от снижения количества выбросов ВВ в Белгородской городской агломерации составила 482 070,55 рублей.

Аварийность на дорогах оказывает воздействие на шумовое загрязнение. Мониторинг шума в окружающей среде на территории Белгородской городской агломерации проведен с помощью шумомера SVAN-943 на участках дорог в момент совершения ДТП. В результате исследований выявлено, что при возникновении ДТП уровень шумового загрязнения выше, чем при отсутствии ДТП (рисунок 93).

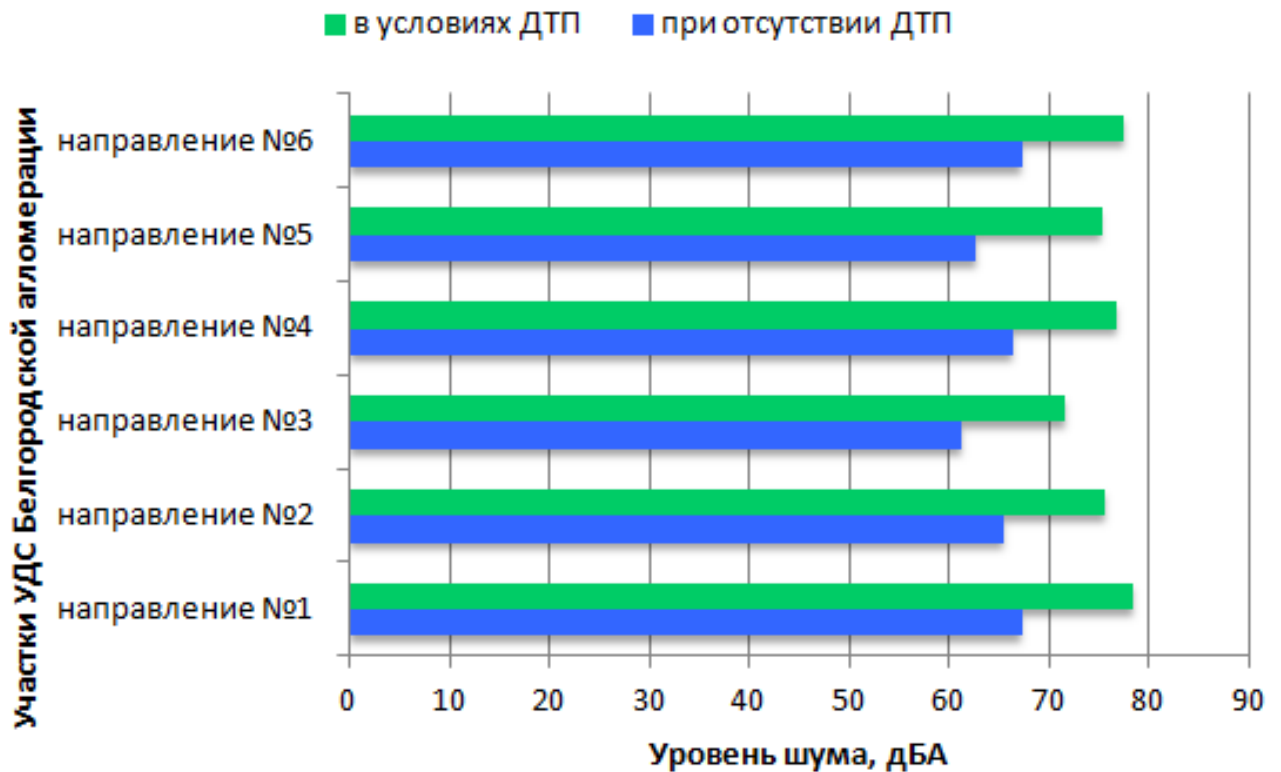


Рисунок 93 – Уровень шумового загрязнения на исследуемых участках УДС в Белгородской городской агломерации

Таким образом, после внедрения разработанных моделей на территории Белгородской городской агломерации значение уровня шумового загрязнения уменьшилось на 11 %.

6.3 Выводы по главе

1. Осуществлена экономическая оценка мероприятий по повышению БДД, проведенных и полученных в ходе выполнения экспериментальных исследований на автомобильных дорогах Белгородской городской

агломерации. На основании полученных результатов отмечена динамика снижения количества ДТП от 10 до 44%. Апробация результатов применена на участках дорог с повышенной аварийностью, в итоге отмечено снижение абсолютных показателей аварийности. В результате технико-экономических расчетов определено, что при внедрении разработанных моделей на аварийно-опасных участках Белгородской городской агломерации интегральный экономический эффект (NPV) на третий год составит более 110 млн. рублей. Таким образом, применение предлагаемых моделей достаточно эффективно, так как интегральный экономический эффект выше нуля и срок окупаемости равен 0,9 года.

2. Экономическая эффективность от снижения количества выбросов ВВ в Белгородской городской агломерации составила 482 070,55 рублей.

3. Установлено снижение количества выбросов ВВ в среднем на 20%, а также уровень шумового загрязнения в Белгородской городской агломерации снизится на 11%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе на основании выполненных исследований изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения снижения аварийности в городских агломерациях за счет применения математических моделей, базирующихся на теориях вероятностей, нечеткой логики и нечетких множеств, внедрение которых вносит значительный вклад в БДД и в развитие страны.

Основные результаты исследования заключаются в следующем:

1. Проанализировано состояние БДД в РФ и Белгородской городской агломерации с учетом дифференциации ТП и инфраструктуры городской агломерации. Выявлено, что на территории Белгородской городской агломерации расположены 475 населенных пунктов, которые связаны между собой дорогами различного значения: федеральные (77,5 км), региональные (404,8 км) и муниципальные (5384,8 км). Статистика ДТП свидетельствует о том, что 16,5 % ДТП от общего числа в Белгородской области приходится на исследуемые направления Белгородской городской агломерации, по количеству погибших – 19,4 %. Проведенные исследования показали, что существующие меры по обеспечению БДД не учитывают переменчивость ДТС. Проблема аварийности на дорогах остается актуальной и требует разработки новых методов и моделей, позволяющих стремиться к критерию «нулевая смертность» согласно Транспортной стратегии РФ до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. В РФ наблюдается недостаточность проработки вопросов обеспечения БДД в городских агломерациях.

2. В результате исследования интенсивности движения ТП в Белгородской городской агломерации была разработана вероятностная модель изменения интенсивности движения ТП, позволяющая осуществить прогноз интенсивности движения ТС в течение года для оценки ДТС. Получены эмпирические зависимости между интенсивностью движения ТС и

временем суток, учитывающие суточную и сезонную цикличности движения ТП

$$m_y(t) = 985569 - 141,785t - 1182,487 \cos \frac{2\pi t}{60} - 2950,7 \cos \frac{4\pi t}{60} - 587,36 \cos \frac{6\pi t}{60} + 1878,66 \sin \frac{2\pi t}{60} - 1067,81 \sin \frac{4\pi t}{60} + 1053,84 \sin \frac{6\pi t}{60}.$$

Установлены зависимости между количеством ДТП и условиями движения, подтвержденные полученными значениями критерия Пирсона. Анализ различных условий движения в зависимости от погодноклиматических факторов и состояния дорожного покрытия показал, что наибольшее количество ДТП происходит при условиях движения: «ясно – сухое» количество ДТП распределилось следующим образом, летом (37,4%), осенью (30,8%), весной (23,3%), зимой (8,5%); при условиях движения «пасмурно – сухое»: осенью (37%), зимой (28,4%), весной (22,2%), летом (12,4%); при условиях движения «пасмурно – мокрое»: зимой (38,9%), весной (28,9%), осенью (27,9%), летом (5,3%); при условиях движения «дождь – мокрое»: осенью (41%), весной (22,7%), летом (20,5%), зимой (15,8%).

Установлена корреляционная связь между количеством ДТП и характерными часами суток. Наибольшее количество ДТП в городской агломерации происходит в период с 18:01 ч до 22:00 ч. В четверг, субботу и в воскресенье характерными диапазонами времени являются часы суток с 18:01 ч до 22:00 ч, в свою очередь вторник и пятница – с 14:01 ч до 18:00 ч. Наименьшее количество ДТП в течение всей недели происходит с 10:01 ч до 14:00 ч.

3. На основании эмпирических зависимостей между интенсивностью движения ТС и временем суток, применения двухпараметрического закона распределения Вейбулла впервые разработана математическая модель оценки ДТС, позволяющая осуществить прогноз интенсивности движения ТС и количества ДТП для формирования управляющих воздействий. Аналитическое выражение тренда интенсивности движения ТП с учетом сезонных факторов в результате прогноза принимает вид: $m_y(t) = 985751 - 123,098t + 6786,9 - 22989 \cos \frac{4\pi t}{72} - 18574 \cos \frac{6\pi t}{72} - 25586 \sin \frac{2\pi t}{72} -$

$13118,5 \sin \frac{4\pi t}{72} + 18857,2 \sin \frac{6\pi t}{72}$. Результаты прогнозирования количества ДТП с участием водителей, находившихся в состоянии алкогольного опьянения, пешеходов, детей, аппроксимированные законом распределения Вейбулла приняли следующий вид соответственно: $\lambda(t) = 110 \cdot t^{-0,15}$, $\lambda(t) = 451 \cdot t^{-0,19}$, $\lambda(t) = 178 \cdot t^{-0,22}$.

4. Разработана модель управления движением ТП, базирующаяся на нечеткой логике. Данная модель позволяет изменять скорость движения ТС в городской агломерации за счет выбора управленческого решения созданной базы правил, имеющей в своем составе 45 правил нечеткой продукции. Приняты три входных лингвистических переменных для модели нечеткого вывода «интенсивность движения транспортного потока», находящаяся в диапазоне $\Delta\beta_1 = [0; 5000]$; «темпы изменения количества ДТП» – $\Delta\beta_2 = [-7; 7]$; «коэффициент безопасности» – $\Delta\beta_3 = [0; 1]$, образующих входной вектор $\beta = [\beta_1, \beta_2, \beta_3]$, и одна выходная лингвистическая переменная «скорость движения транспортного потока», имеющая диапазон $\Delta\beta_4 = [20; 100]$. Результат расчета одного из сигналов управления движением ТП на основании нечеткого вывода выглядит следующим образом: $\beta_1 = 984$ – интенсивность движения ТП, авт/ч; $\beta_2 = 2,85$ – темпы изменения количества ДТП; $\beta_3 = 0,625$ – значение коэффициента безопасности. В результате процесса нечеткого вывода получили, что $\beta_4 = 63$ – скорость движения ТП, км/ч.

5. На основании разработанных моделей: вероятностной модели изменения интенсивности движения ТП, математической модели оценки ДТС и модели управления движением ТП создана СУСДТП, функционирующая на магистральных дорогах, в местах повышенной аварийности, концентрации ДТП и «узких» местах с возможностью интегрирования в ИТС для обеспечения БДД.

6. На основании теории нечетких множеств, учитывающей предлагаемые критерии поиска управленческого решения: T_1 – капитальные затраты с учетом реконструкции и монтажа ТСОДД, T_2 – площадь

отчуждаемой территории для организации мероприятия, T_3 – степень опасности пересечения, T_4 – затраты на содержание, T_5 – аварийность участка, T_6 – пропускная способность дороги, T_7 – влияние на экологическую обстановку окружающей среды, разработана математическая модель рационального выбора варианта схемы пересечения на УДС, позволяющего обеспечить БДД и повысить экологичность за счет внедрения рационального варианта схемы пересечения при проведении реконструкции и проектировании дорог в городской агломерации. Рациональным вариантом при различных критериях с одинаковой степенью важности является восьмая конфигурация схемы пересечения на УДС: $A_8^* = \{0,9; 0,8; 1; 1; 0,8; 1; 0,4\}$.

7. Осуществлена экономическая и экологическая оценка мероприятий по повышению БДД на автомобильных дорогах Белгородской городской агломерации. На основании полученных результатов отмечена динамика снижения количества ДТП в зависимости от исследуемого направления Белгородской городской агломерации от 10 до 44%, количества выбросов ВВ в среднем на 20%, уровень шумового загрязнения на 11%. Апробация результатов применена на участках дорог с повышенной аварийностью, в итоге отмечено снижение абсолютных показателей аварийности. При внедрении на УДС разработанных моделей в рамках Белгородской городской агломерации годовой экономический эффект составит более 150 млн. рублей за счет снижения аварийности и уменьшения потерь времени ТС и пассажиров в пути.

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

БДД – Безопасность дорожного движения

БКАД – Безопасные и качественные автомобильные дороги

ВОЗ – Всемирная Организация Здравоохранения

ГИБДД – Государственная инспекция безопасности дорожного движения

ДД – дорожное движение

ДТП – дорожно-транспортное происшествие

ДТС – дорожно-транспортная ситуация

ЕС – Европейский союз

ИТС – интеллектуальная транспортная система

НП – Национальный проект

ОДД – организация дорожного движения

ПДД – правила дорожного движения

РФ – Российская Федерация

СУСДТП – система управления скоростью движения транспортного потока

ТП – транспортный поток

ТС – транспортное средство

ТСОДД – технические средства организации дорожного движения

УДС – улично-дорожная сеть

ФЦП – Федерально-целевая программа

ФП – функции принадлежности

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Global status report on road safety 2018 // World Health Organization. 2018. URL: https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/ (дата обращения 15.02.2019).
2. Cafisoa S., Di Silvestroa G., Di Guardo G. Application of Highway Safety Manual to Italian di-vided multilane highways // Procedia — Social and Behavioral Sciences. 2012. No. 53. P. 911-920.
3. Fleisher A., Wier M. L., and Hunter M. A vision for transportation safety framework for identifying best practice strategies to advance Vision Zero // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board / Transportation Research Board, Washington, D.C. 2016. No. 2582. P. 72-86. DOI: 10.3141/2582-09.
4. Recent progress in implementing the safe system approach / B. Turner, P. Cairney, C. Jurewicz, D. McTieman // Journal of the Australasian College of Road Safety. 2010. P. 17-19.
5. Jamroz K., Michalski L., Żukowska J. Polish experience of implementing Vision Zero // Current Trauma Reports. 2019. No. 3 (2). P. 111-117. DOI: 10.1007/s40719-017-0086-y.
6. Swedish approach to road safety: «The accident is not the major problem» // Citylab. 2014. URL: <https://www.citylab.com/transportation/2014/11/the-swedish-approach-to-road-safety-the-accident-is-not-the-major-problem/382995>.
7. Куракина Е.В. Методология обеспечения безопасности движения по критерию «нулевой смертности» в дорожно-транспортных происшествиях: дис. ...д-ра техн. наук: 2.9.5 / Куракина Елена Владимировна. Орел, 2022. – 424.
8. Шевцова А.Г. Методология управления городскими транспортными потоками на основе обеспечения безопасности дорожного движения: дис. ...д-ра техн. наук: 2.9.15 / Шевцова Анастасия Геннадьевна. Орел, 2022. – 305с.

9. Traffic safety facts 2002: children. Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration, 2002.

10. ОДМ 218.6.025-2017 «Методические рекомендации по выбору эффективных некапиталоемких мероприятий по снижению аварийности в местах концентрации ДТП на автомобильных дорогах общего пользования».

11. Методические рекомендации по назначению мероприятий для повышения безопасности движения на участках концентрации дорожно-транспортных происшествий. Утв. Распоряжением Росавтодора от 30.03.2000 г. № 65-р.

12. ОДМ 218.6.027-2017 «Рекомендации по проведению аудита безопасности дорожного движения при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог».

13. ОДМ 218.6.015-2015 «Рекомендации по учету и анализу дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации».

14. Методические рекомендации по проведению мероприятий по улучшению условий дорожного движения и повышению безопасности дорожного движения в целях ликвидации мест концентрации дорожно-транспортных происшествий, включающие типовые решения. Утв. Протоколом заседания проектного комитета по национальному проекту «Безопасные и качественные автомобильные дороги» от 31 июля 2019 г. № 5.

15. Васильев, Ю.Э. Диагностика состояния подсистем «Дорога» в системе ВАДС. Т. 3. Дорожная экспертиза / Ю.Э. Васильев, Я.В. Васильев, С.А. Евтюков и др. // ИД «Петрополис», Санкт-Петербург, 2019. – 296 с.

16. Новиков И.А. Методология прогнозирования и предупреждения дорожно-транспортных происшествий: дис. ...д-ра техн. наук: 05.22.10 / Новиков Иван Алексеевич. Орел, 2019. – 305с.

17. ОДМ 218.4.005-2010 Отраслевой дорожный методический документ. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. – М.: Н Росавтодор, 2011. – 269 с.

18. Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 - 2020 годах» (утв. постановлением Правительства РФ от 3 октября 2013 г. № 864). М., 2013.

19. Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 – 2020 годах». Постановление Правительства РФ от 3 октября 2013 г. № 864 «О федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 – 2020 годах»».

20. Нагоев А.Б., Филимонова Н.В. Прогнозирование и планирование как элементы системы управления промышленными предприятиями // Фундаментальные исследования. — 2015. — № 3.

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

22. Кондратьев, В.Д. Проектное управление при реализации стратегии безопасности дорожного движения / В.Д. Кондратьев, А.В. Щепкин // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2019. – № 4 (59). – С. 112-119.

23. Сафронов, Э.А. Методы повышения результативности «стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018-2024 годы» / Э.А. Сафронов, К.Э. Сафронов, Е.С. Семенова // Автомобильный транспорт. – 2018. – № 5. – С. 34-39.

24. Майоров, В.И. Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018-2024 годы: основные риски / В.И. Майоров, С.И. Иванова // Административное право и процесс. 2018. № 11. С. 9-14.

25. Лукоянов, В.А. Роль института аварийных комиссаров в реализации стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018-2024 гг / В.А. Лукоянов, А.Л. Воробьев, В.И. Рассоха // Автомобильный транспорт Дальнего Востока. – 2018. – № 1. – С. 211-214.

26. Терентьев, А.В. Методология цифрового управления в информационной системе обеспечения безопасности эксплуатации

транспортных средств: монография / А.В. Терентьев, С.С. Евтюков и др. – СПб.: Издательский дом «Петрополис», 2020. – 138 с.

27. Бабков, В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: учеб. для вузов. В.Ф. Бабков– М.: Транспорт, 1993. – 271 с.

28. Шугрина Е.С. Модели управления российскими агломерациями / Е.С. Шугрина // Государственная власть и местное самоуправление. 2018. – № 2. – С. 39–43.

29. Сильянов, В.В. Аудит безопасности дорожного движения в проектах автомобильных дорог / В.В. Сильянов, О.И. Тонконоженков // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2007. № 1 (40). С. 2-3.

30. Сильянов, В.В. Федеральные целевые программы повышения безопасности дорожного движения / В.В. Сильянов // Наука и техника в дорожной отрасли. 2007. – № 4 (43). – С. 2-8.

31. Сильянов, В.В. Моделирование транспортного потока для оценки уровня аварийности и эффективности мероприятий по организации и безопасности дорожного движения / В.В. Сильянов, А.В. Уткин // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2007. № 7. С. 15-17.

32. Кущенко, Л.Е. Анализ статистики обучения кандидатов в водители / Л.Е. Кущенко, Ю.А. Карабышева, Л.А. Королёва, Б.Р. Чарымов // XVII Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок, безопасности движения и эксплуатации транспортных средств» – Саратов, 2023. С. 12-15.

33. Оценка качества дорожного движения на основе навигационной информации об условиях движения транспортных потоков: монография / И.Н. Пугачев, Д.В. Капский, В.В. Касьяник и др.– Хабаровск, 2018. - 148 с.

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

35. Чванов, В.В. Системный анализ факторов, способствующих дорожной аварийности в Российской Федерации / В.В. Чванов // Дороги и мосты. 2006. № 2 (16). С. 43-60.

36. Чванов, В.В. Метод оценки качественных состояний безопасности дорожного движения и область его применения / В.В. Чванов // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2010. № 2 (53). С. 11-16.

37. Чванов, В.В. Оценка эффективности мероприятий по повышению безопасности дорожного движения / В.В. Чванов // Дороги и мосты. – 2009. № 2 (22). С. 217-231.

38. Математические методы и модели в сфере обеспечения безопасности дорожного движения: монография / В.Т. Капитанов, О.Ю. Моница, В.В. Сильянов, А.Б. Чубуков. – Москва, 2020 – с. 260.

39. О факторах, определяющих дорожно-транспортную аварийность в регионах России / В.Т. Капитанов, А.Б. Чубуков, В.В. Сильянов, О.Ю. Моница // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2019. № 4 (90). С. 18-23.

40. Дингес, Э.В. Методы планирования и оценки эффективности мероприятий по повышению безопасности дорожного движения: монография / Э.В. Дингес. - Москва, 2016. – 140 с.

41. Дингес, Э.В. Пути совершенствования системы обеспечения безопасности дорожного движения (экономический аспект) / Э.В. Дингес // ИНФОРМАВТОДОР. – М., 1994. – Вып. 4. – С. 5–37.

42. Дингес, Э.В. Принципы и методы многокритериальной оптимизации планов повышения БДД / Э.В. Дингес, К.А. Сологян // Дороги и мосты: сб. вып.20/2. – М.: Росавтодор, Росдорнии, 2008. – С. 233–244

43. Амбарцумян, В.А. Безопасность дорожного движения / В.А. Амбарцумян [и др.]. – М: Машиностроение, 1988. – 304 с.

44. Кущенко, Л.Е. Особенности анализа аварийности с участием пешеходов на территории Белгородской области / Л.Е. Кущенко, А.С. Камбур // Мир транспорта и технологических машин, Орел 2023. - № 4. С.70-75.

45. Коноплянко, В.И. Организация и безопасность дорожного движения / В.И. Коноплянко. – М.: Транспорт, 1991. – 193 с.
46. Клинковштейн, Г.И. Организация дорожного движения: учеб. для вузов / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.
47. Васильев, А.П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях / А.П. Васильев – М.: Транспорт, 1976. – 224 с.
48. Новиков, А.Н., Современная оценка проблемы безопасности дорожного движения: монография / А.Н. Новиков, И.А. Новиков, А.Г. Шевцова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2021. – 108 с.
49. Новиков, А.Н. Оценка уровня безопасности дорожного движения на региональном уровне / А.Н. Новиков, С.В. Еремин, Д.О. Ломакин // Мир транспорта и технологических машин. – 2020. № 3 (70). С. 72-79.
50. Кравченко, П.А. Организация и безопасность дорожного движения в больших городах / П.А. Кравченко // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2013. № 1 (64). С. 1-2.
51. Кравченко, П.А. Системный подход в управлении безопасностью дорожного движения в Российской Федерации / П.А. Кравченко, Е.М. Олещенко // Транспорт Российской Федерации. – 2018. № 2 (75). С. 14-18.
52. Кравченко, П.А. Механизмы реализации государственной концепции обеспечения безопасности дорожного движения / П.А. Кравченко, Е.М. Олещенко, В.Н. Добромиров // Вестник гражданских инженеров. – 2017. № 6 (65). С. 280-284.
53. Блинкин, М.Я. Безопасность дорожного движения. История вопроса, международный опыт, базовые институции / М. Я. Блинкин, Е. М. Решетова. - М.: Издат. дом Высшей школы экономики, 2013. - 157 с.
54. Капский, Д.В. Системный подход к повышению безопасности дорожного движения в городских очагах аварийности / Д.В. Капский // Международный технико-экономический журнал. – 2012. № 2. С. 99-105.

55. Капский, Д.В. Методика оперативной оценки эффективности мероприятий по повышению безопасности движения / Д.В. Капский // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2011. № 11. С. 17-24.

56. Капский, Д.В. Прогнозирование аварийности в дорожном движении / Д.В. Капский: Мн.: БНТУ, 2008. – 241с.

57. Elvik, R. The Handbook of Road Safety Measures / R. Elvik, T. Vaa (Eds.) // Elsevier, Oxford – 2004, p. 1078.

58. Elvik, R. Problems in determining the optimal use of road safety measures / R. Elvik // Res. Transp. Econ. 47, - 2014, p. 27–36.

59. Evans, L. Traffic safety / L. Evans // Bloomfield, Mich: Science Serving Society – 2004, p. 445.

60. Bener, A., Crundall, D. Road traffic accidents in the united arab emirates compared to western countries. – 2005. - p. 9.

61. Kerner, B.S. The physics of traffic: empirical freeway pattern features, engineering applications and theory understanding complex systems / B.S. Kerner // Springer Verlag, Berlin Heidelberg. 2004. – p. 705.

62. Brüde, U. The turning point in the number of traffic fatalities: Two hypotheses about changes in underlying trends / U. Brüde, R. Elvik // Accident Analysis & Prevention, - 2015. 74, 60–68.

63. Yang, H. Application of simulation-based traffic conflict / H. Yang, K. Ozbay // Analysis for Highway Safety Evaluation. - 2010 - p. 14.

64. Cheng, W. Experimental evaluation of hotspot identification methods / W. Cheng, S.P. Washington // Accid. Anal. Prev. – 2005, 37. – p. 870–881.

65. Jetto, K. Cognitive anticipation cellular automata model: An attempt to understand the relation between the traffic states and rear-end collisions / K. Jetto, Z. Tahiri, A. Benyoussef, A. El Kenz // Accident Analysis & Prevention Volume 142, July 2020, 105507.

66. Roque, C. Safeside: a computer-aided procedure for integrating benefits and costs in roadside safety intervention decision making / C. Roque, J.L. Cardoso // *Saf. Sci.* 2015 - 74, p. 195–205.
67. Andrew, P. Tarko measuring road safety using surrogate events / P. Andrew // Elsevier - 2019. p. 244.
68. Jagadish Chandra Guria Estimating the Human Cost of Transportation Accidents Methodologies and Policy Implications. Elsevier 2019. p. 199.
69. Jorge D. Rios, Alma Y. Alanis, Nancy Arana-Daniel, Carlos Lopez-Franco Neural Networks Modeling and Control Applications for Unknown Nonlinear Delayed Systems in Discrete Time. Academic Press. Elsevier 2020. p. 141
70. Friedland, M.L., Trebilcock, M.J., Roach, K. Regulating Traffic Safety. University of Toronto Press, Toronto. 1990. – p. 211.
71. Larsson, P., Dekker, S.W.A., Tingvall, C. The need for a systems theory approach to road safety. *Saf. Sci.* 2010. 48 (9), 1167–1174.
72. Reason, J. Human error: models and management. *BMJ* 2000. 320 (7237), p. 768–770.
73. Andersson, R., Nilsen, P. Personsäkerhet. Teori och praktik (Personal Safety. Theory and Practice). MSB. Karlstad. 2015. – p. 275263.
74. Cheng, Y., Chen, S. Perceived Accessibility, Mobility, and Connectivity of Public Transportation Systems. *Transportation Research Part A: Policy and Practice.* 2015. Vol. 77. p. 386-403.
75. Berawi, M.A., Berawi, A.R., Prajitno, I.S. et al. Developing Conceptual Design of High Speed Railways Using Value Engineering Method: Creating Optimum Project Benefits. *International Journal of Technology.* 2015. Vol. 6. No. 4. P. 670-679.
76. Jacobs G.D., Hutchinson, P. A study of accident rates in developing countries. TRRL report LR 546. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire. (1973).

77. Mekky A. Effect of road increase in road motorisation levels on road fatality rates in some rich developing countries. *Accident Analysis and Prevention* 17 2. (1985)

78. Broughton, J., (1988). Predictive Models of Road Accident Fatalities. *Traffic Engineering and Control*, May 1988, ISSN:0041-0683

79. Andreassen, D.C., (1985). Linking deaths with vehicles and population. *Traffic Engineering and Control*, Vol. 26

80. Безопасные качественные дороги [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://bkdrf.ru/>

81. ОДМ 218.4.004-2009 Руководство по устранению и профилактике возникновения участков концентрации ДТП при эксплуатации автомобильных дорог. – М.: Информавтодорог, 2009. – 94 с.

83. Научно-методологический подход к снижению аварийности на дорогах Российской Федерации / И.А. Новиков, А.А. Кравченко, А.Г. Шевцова, В.В. Васильева // *Мир транспорта и технологических машин*. – 2019. - № 3 (66). – С. 58-64.

84. Сарбаев, В.И. Оценка уровня безопасности дорожного движения методом математического моделирования / В.И. Сарбаев, В.М. Еремин, П.Н. Королев // *Наука и техника в дорожной отрасли*. – 2013. - № 3 (66). – С. 9-11.

85. Метод комплексной оценки уровня безопасности дорожного движения на дорожной сети / В.А. Корчагин, А.К. Погодаев, В.Э. Клявин, В.А. Суворов // *Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ)*. – 2016. - № 2 (45). – С. 88-94.

86. Чванов, В.В. Особенности применения метода оценки уровней безопасности движения при эксплуатации автомобильных дорог / В.В. Чванов // *Дороги и мосты*. – 2012. - № 2 (28). – С. 153-172.

87. Абрамова, Л.С. Анализ методов проведения камеральных и полевых исследований аудита безопасности дорожного движения / Л.С.

Абрамова, И.С. Наглюк, Е.С. Левченко // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. – 2016. - № 75. – С. 182-189.

88. Чванов, В.В. Особенности применения метода оценки уровней безопасности движения при проектировании автомобильных дорог / В.В. Чванов // Дороги и мосты. – 2012. - № 1 (27). – С. 209-232.

89. European road assessment programme [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://eurorap.org/>

90. Safety effects of cross-section design for two-lane roads / C.V. Zegeer, D.W. Reinfurt, J. Hummer, L. Herf, W. Hunter // Transportation Research Record 1195, Transportation Research Board, Washington, DC. – 1987. – p. 20-32.

91. Christopher M. International Symposium on Highway Geometric Design Practices // Boston, Massachusetts. Texas Transportation Institute. – 1998. – pp. 470

92. ОДМ 218.4.005-2010 Отраслевой дорожный методический документ. Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. – М.: Н Росавтодор, 2011. – 269 с.

93. Лазарев, Д.А. Повышение эффективности проведения дорожно-транспортной экспертизы на основе теоретического подхода при изучении процесса торможения / Д.А. Лазарев, И.А. Новиков // Альтернативные транспортные технологии. – 2018. – Т. 5. № 1 (8). – С. 286-292.

94. Врубель, Ю. А. Определение потерь в дорожном движении / Ю. А. Врубель, Д. В. Капский, Е. Н. Кот. – Минск: БНТУ, 2006. – 252 с.

95. Кравченко, А.А. Актуальный подход к оценке уровня безопасности дорожного движения в рамках реализации национального проекта «Безопасные качественные дороги» / А.А. Кравченко, И.А. Новиков, Н.А. Загородний, С.В. Кущенко // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – №3-2(82). – С. 44-51.

96. Rappoport, H. A. Die Ausbildung plangeicher Kno-tenpunkte im Landstrassennetz / H. A. Rappoport. – Strassen und Tiefbau. – 1955. – № 8. – S. 499–510.

97. Егоров, В. А. Представление знаний в диагностической экспертной системе / В. А. Егоров, Я. С. Шатило, И. В. Рыжик // Проблемы автодорожного комплекса Саратовской области и пути их решения: материалы региональной науч.-практ. конф., Саратов, 16–17 мая 1996. г.Ч. 1. / Саратовский гос. техн. университет. – Саратов, 1996 – С. 86–87.

98. Adams, J., (1987). Smeed's law: some further thoughts. Traffic Engineering and Control 10 (7).

99. Haight, F., (1983). Traffic Safety in Developing Countries, Journal of Safety Research, Vol. 14, No. 1.

100. Кущенко, Л.Е. Анализ транспортных стратегий, направленных на повышение БДД / Л.Е. Кущенко, Д.И. Лапшина, О.А. Гамзатова // XVII Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок, безопасности движения и эксплуатации транспортных средств». Саратов, 2023. С. 100-105.

101. Аналитическая записка. Прогнозирование дорожно-транспортной аварийности в Российской Федерации на период до 2012 года. М., – 2009. С.13.

102. Новиков И.А. Методология прогнозирования и предупреждения дорожно-транспортных происшествий: автореф... дис. д-ра техн. наук. – Орел, 2019. – 43 с.

103. Лукошавичене О.В. Моделирование дорожно-транспортных происшествий. – М.: Транспорт, 1988. – 96 с.; ил.

104. Капский Д.В. Прогнозирование аварийности в дорожном движении: монография / Д.В. Капский. – Минск: БГТУ, 2008. – 243 с.

105. Дивочкин, О.А. Оценка безопасности движения на магистральных улицах / О.А. Дивочкин, Б.А. Почикеев // Комплексное развитие автомобильного транспорта крупных городов. – М., 1981. – С. 182-183.

106. Koornstra, M.J., Oppe, S. (1992). Predictions of road safety in industrialised countries and Eastern Europe; an analysis based on models for time series of fatality rates and motorised vehicle kilometres or amounts of passenger cars. Proceedings of International Conference 'Road Safety in Europe', VTI, Linköping, Sweden

107. Стремление к нулю высокие задачи и системный подход к безопасности дорожного движения - ISBN 978-92-821-0264-0 © OECD/ITF, 2009.

108. National Security Bill LORDS AMENDMENTS [The page and line references are to HL Bill 68, the Bill as first printed for the Lords].

109. Указ Президента «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

110. «Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года», утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 ноября 2008 года № 1734-р.

111. Федеральный закон № 196 от 10.12.1995г. «О безопасности дорожного движения».

112. Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 – 2020 годах». Постановление Правительства РФ от 3 октября 2013 г. № 864 «О федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 – 2020 годах»».

113. «Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018 – 2024 годы». Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 января 2018 г. № 1-р г. Москва.

114. Национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги» 2018 – 2024 годы». Указ Президента России от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»

115. «Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года», утв. Указом Президента РФ от 9 октября 2007 г. № 1351.

116. Петров, А.И. Качественная оценка системного управления безопасностью дорожного движения: философский смысл и возможности информационно-энтропийного анализа / А.И. Петров // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – №3-1(82). – С. 69-76.

117. Власов А.А. Теория транспортных потоков: монография / Пенза: Изд-во ПГУАС, 2014. С. 124.

118. О безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]: федер. закон от 10.12.1995 № 196-ФЗ (ред. от 26.08.2016). <http://www.consultant.ru>

119. Самойлов, Д.С. Организация и безопасность городского движения: учебник для вузов / Д.С. Самойлов, В.А. Юдин, П.В. Рушевский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1981 - 256 с.

120. Drew, D.R. (1968) Traffic flow theory and control. N.Y.; St. Louis; San Francis-co; Toronto; London; Sidney: McGrow-Hill Book Company.

121. International transport forum [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.itf-oecd.org>

122. United nations ESCAP [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.unescap.org/ru>

123. Mobility and transport road safety [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/statistics_en

124. Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.who.int/ru>

125. Timo E. Risks, exposures and accident data, VTI Conference 9A, part 6, nr 9A:6, s 85-96, Linköping, Sweden. (1998).

126. Road safety annual report 2019 © OECD/ITF 2019.

127. Хартли Р., Передача информации, [пер. с англ.], в сб.: Теория информации и ее приложения, М., 1959.

128. Куракина Е.В. Методология обеспечения безопасности дорожного движения по критерию «нулевой смертности» в дорожно-транспортных

происшествиях.: дис. ...д-ра. техн. наук: 05.22.10 / Куракина Елена Владимировна. Санкт-Петербург, 2022. – 424с.

129. Степина П.А. Разработка методики совершенствования автотехнической экспертизы дорожно-транспортных происшествий: дис...канд. техн. наук: 05.22.10 / Степина Полина Александровна., СПб, 2010. 168 с.

130. Олещенко, Е.М. Мировой опыт в области обеспечения безопасности дорожного движения: малозатратные и быстрореализуемые мероприятия / Е.М. Олещенко, Е.А. Сваткова. «Транспорт Российской Федерации» № 4 (29) 2010. С.36-41.

131. Спицына, Т.А. Методические аспекты профилактики детского дорожно-транспортного травматизма / Т. А. Спицына, К. В. Мамонова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2016. – № 6.1 (110.1). – С. 78-81. – URL: <https://moluch.ru/archive/110/27058>.

132. Ёлгина, Л.С. Детский дорожно-транспортный травматизм как социальная проблема и его профилактика / Л.С. Ёлгина // Формы и методы социальной работы в различных сферах жизнедеятельности, 2013. С.143-146.

133. Афонина, Е.Г. Контрольное направление административной деятельности полиции по обеспечению детской дорожной безопасности / Е.Г. Афонина // Вестник Краснодарского университета МВД РОССИИ, 2016, № 1 (31). С.256-260

134. Электронный ресурс: <https://mirbelogorya.ru/region-news/61-belgorodskaya-oblast-news/50082-v-belgorodskoj-oblasti-proshla-aktsiya-po-profilaktike-detskogo-dorozhno-transportnogo-travmatizma.html>

135. Об утверждении Правил учета дорожно-транспортных происшествий: постановление Правительства РФ от 29.06.1995 № 647 (ред. от 04.09.2012). <http://www.consultant.ru>

136. Домке, Э.Р. Расследование и экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Э.Р. Домке. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2012. - 288 с. 31. Коллинз,

Д. Анализ дорожно-транспортных происшествий: пер. с англ./ Д. Коллинз, Д. – М.: Транспорт, 1971. – 128 с.

137. Кущенко, Л.Е. Прогнозирование ДТП как один из способов снижения смертности / Л.Е. Кущенко // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – №2-1(81). – С. 68-75.

138. Кущенко, Л.Е. Разработка информационной модели, предупреждающей водителя о движении по опасному участку / Л.Е. Кущенко // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – №4-1(79). – С. 94-102.

139. Сараев, А.В. Общие вопросы экспертизы дорожно-транспортных происшествий: монография / А.В. Сараев, Е.А. Новописный, С.В. Дорохин, И.А. Новиков. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. - 102 с.

140. Волошин, Г.А. Анализ дорожно-транспортных происшествий / А.Г. Волошин, В. П. Мартынов, А.Г. Романов. - М.: Транспорт, 2007. – с. 259.

141. Коноплянко, В.И. Информация в дорожном движении / В.И. Коноплянко. -М.: МАДИ, 2007. – 65 с.

142. Лукьянов, В.В. Безопасность дорожного движения / В.В. Лукьянов. - М.: Транспорт, 2003. – 260 с.

143. Рябчинский, А.И. Пассивная безопасность автомобиля / А.И. Рябчинский. - М.: Машиностроение, 2003. – 145 с.

144. Хомяк, Я.В. Организация дорожного движения / Я.В. Хомяк. - Киев: Высшая школа, 2006. – 276 с.

145. Басков, В.Н. Критериальная база обеспечения качества и безопасности транспортных процессов / В.Н. Басков Л.Я. Кожуховская // Научное обозрение. -2013. - № 12. - С. 387-392.

146. Басков, В.Н. Интеллектуализация процесса принятия решений / В.Н. Басков, С.А. Гусев // Научное обозрение. - 2011. - № 5. - С. 121-124.

147. Денисов, А.С. Влияние периодичности профилактики на надежность автомобилей / А.С. Денисов, В.Н. Басков, В.П. Захаров // Автотранспортное предприятие. - 2011. - № 1. - С. 51-52.

148. Басков, В.Н. Современные методы по ликвидации мест концентрации ДТП и увеличению пропускной способности дорог / В.Н. Басков, Б.И. Борисов, А.Б. Кокушкин // Вестник Саратовского государственного технического университета. - 2013. - Т. 2. № 2 (71). - С. 337-341.

149. Евтюков, С. А. Дорожно-транспортные происшествия: расследование, реконструкция, экспертиза / С. А. Евтюков, Я. В. Васильев; под ред. проф. С. А. Евтюкова. – СПб. : ДНК, 2008. – 392 с.

150. Пугачев, И.Н. Разработка планов устойчивой городской мобильности и цифровая трансформация в области организации дорожного движения, путь к дальнейшему развитию городов и страны в целом / И.Н. Пугачев, Д.В. Капский // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – №3-2(82). – С. 92-99.

151. Кущенко, Л.Е. Статистический анализ вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий на основе данных интеллектуальных транспортных систем Белгородской агломерации / Л.Е. Кущенко, Е.А. Новописный, А.Н. Новиков, А.С. Камбур // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 2 (85). С. 222.

152. Хейт Ф. Математическая теория транспортных потоков. – М.: Транспорт, 1966. – 286 с.

153.Шелков Ю.Д., Шештокас В.В. Методический подход к оценке работоспособности городской улично-дорожной сети // Тр. ВНИИБД МВД СССР. – М., 1979. – Вып.4. – С.20 – 23.

154.Highway Capacity Manual 2000. – Transportation Research Board, National Research Council. – Washington, D.C., USA, 2000. – 1134 p.

155.Peterson B.E. Calculation of capacity, queue length and delay in traffic facilities //Traffic Eng. and Contr., 1977. – Vol.18. – № 6. – P. 310 - 312.

156.Sevenirate P.N., Morrall J.F. Level of servis on pedestrian facility // Transp. Qurt., 1985. –Vol.39. – № 1. – P.109-123.

157. Traffic control in oversaturated street networks // NCRHP report № 194, 1978. – 152 p.

158. Transit Capacity and Quality of Service Manual. Transit Cooperative Research Program Web Document № 6. TRB, National Research Council, Washington, D.C., 1999. Available: <http://www4.nationalacademies.org/trb/crp.nsf/all+projects/tcrp+a15>.

159. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения. – М.: Транспорт, 1990. – 255 с.

160. Пашков В.И. Динамика автомобильного парка России: Перспективы российских автомобилестроителей // Экономика и производство. – 1999. – № 2. <http://www4.mte.ru/www/toim.nsf>

161. Афанасьев, М.Б. Скорость и безопасность движения на автомобильном транспорте / М.Б. Афанасьев, А.И Булатов. - М.: Транспорт, - 1971. – 236 с.

162. Новизенцев, В.В. Скорость и безопасность дорожного движения: монография / Москва, - 2011. – 155 с.

163. Пугачев, И.Н. Совершенствование методов оценки качества и безопасности дорожного движения: монография / И.Н. Пугачев, Н.Г. Шешера, А.В. Каменчуков. – Хабаровск, 2018. – 160 с.

164. Лобанов, Е.М. Проектирование и изыскания пересечений автомобильных дорог / Е.М. Лобанов, В.М. Визгалов и др. – М., Транспорт, - 1972. – 232 с.

165. Гасников, А.В. Введение в математическое моделирование транспортных потоков / А.В. Гасников, С.Л. Кленов, Е.А. Нурминский, Я.А. Холодов, Н.Б. Шамрай. – М.: МФТИ, 2010. – 362 с.

166. Волков, Е.А. Численные методы / Е.А. Волков // М.: Наука, 1987 – 248 с.

167. Теория прогнозирования и принятия решений / под ред. С.А. Саркисяна. М.: Высшая школа, 1977 – 415 с.

168. Бахвалов, Н.С. Численные методы / Н.С. Бахвалов. М.: Наука, 1973. – Т.1. 631 с.
169. Березин, И.С., Жидков, Н.П. Методы вычислений /И.С. Березин, Н.П. Жидков. М.: Наука, 1966 – Т.1. 632 с.
170. Ланцош, К. Практические методы прикладного анализа / К. Ланцош. М.: Наука, 1966 – 318 с.
171. Рушминский, Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента / Л.З. Рушминский. М.: Наука, 1971 – 352 с.
172. Kushchenko, L. The Application of Wavelet Analysis to Study the Characteristics of the Traffic Flow / L. Kushchenko, S. Kushchenko, A. Novikov// International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies, FarEastCon 2020, 9271410.
173. Kushchenko, L.E. Traffic light regulation calculation using fuzzy inference / L.E. Kushchenko, S.V. Kushchenko, S.N. Glagolev, I.A. Novikov // International Journal of Pharmacy and Technology. – 2016. – Vol. 8, Is. 4. – P. 24900–24907.
174. Брадис, В.М. Четырехзначные математические таблицы / В.М. Брадис. Изд. Дрофа: Высшая школа. 2003г. -96с., ил.
175. Колемаев, В.А., Староверов, О.В., Турундаевский, В.Б. Теория вероятности и математическая статистика / В.А. Колемаев, О.В. Староверов, В.Б. Турундаевский. М.: Высшая школа, 1991 – 256 с.
176. Кущенко, Л.Е., Новиков, И.А., Окунева Г.Л. Анализ заторовых явлений с целью прогнозирования образования очереди / Л.Е. Кущенко, И.А. Новикова, Г.Л. Окунева // Мир транспорта и технологических машин, Орел: Госуниверситет УНПК. – 2015. – № 4(51). – С. 76-80.
177. Математические задачи электроэнергетики: Учебник для студентов вузов / под ред. В.А. Веникова – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1981.-288 с., ил.

178. Кущенко, Л.Е. Разработка информационной модели, предупреждающей водителя о движении по опасному участку / Л.Е. Кущенко // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 4-1(79). – С. 94-102.

179. Патент № 206112 Российская Федерация. Складывающаяся искусственная неровность для принудительного снижения скорости движения автомобилей: заявл. 19.04.2021 : опубл. 28.08.2021 / Кущенко Л.Е., Кущенко С.В., Бровкина Ю.И., Новиков И.А.; заявитель БГТУ. – Текст : непосредственный.

180. Колемаев, В.А., Староверов, О.В., Турундаевский, В.Б. Теория вероятности и математическая статистика / В.А. Колемаев, О.В. Староверов, В.Б. Турундаевский. М.: Высшая школа, 1991 – 256 с.,

181. Ивченко, Г.И., Медведев, Ю.И. Математическая статистика / Г.И. Ивченко, Ю.И. Медведев. М.: Высшая школа, 1984– 248 с.

182. Евтюков, С. А. Дорожно-транспортные происшествия: расследование, реконструкция, экспертиза / С. А. Евтюков, Я. В. Васильев; под ред. проф. С. А. Евтюкова. – СПб. : ДНК, 2008. – 392 с.

183. Ефремов, Л.В. Практикум по расчетам надежности судовой техники ч.1.

184. Вентцель, Е.С. Теория вероятности / Е.С. Вентцель.- М.: ФМ, 1966.-442 с.

185. Weibull, W. A Statistical Representation of Fatigut Failures in Solids / W. Weibull. – Roy. Inst. Technology (Stockholm), November, 1954. – 127 p.

186. Goode, H.P. Sampling Procedures and Tables for Life and Reliability Testing Based on the Weibull Distributions (Hazard Rate Criterion) / H. P. Goode, J.H. Kao. – Ttch. Rapt. TR4, Office of the Assistant Secretary of Defense (Installations and Logistics), GPO, 1962. – 125p.

187. Справочник по надежности: Пер. с англ. Ю.Г. Епишина и Б.А. Смирнова / под ред. Б.Р. Левина. Т.1. – М.: Мир, 1969. – 328 с.

188. Леоненков, А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH / А.В. Леоненков. СПб.: БХВ - Петербург, 2005 – 736 с.

189. Кущенко, Л.Е. Прогнозирование ДТП как один из способов снижения смертности / Л.Е. Кущенко // Мир транспорта и технологических машин / Орел, 2023. № 2 (81), С. 67-73.

190. Банушкина Н. А., Печатнова Е. В. Повышение эффективности прогнозирования ДТП на автомобильных дорогах вне населенных пунктов на основе разработки экспертной системы // Известия Алтайского гос. ун-та. 2015. № 1-2 (85). С. 86–90.

191. Cremer, M., Ludwig, J. A fast simulation model for traffic flow on the basis of Boolean operations [Text] // Math. Comp Simul. - 1986. - V. 28. - P. 297-303.

192. Helbing, D. Traffic and related self-driven many-particle systems Revs. [Text]. Mod. Phys. 73., 2001. - P. 1067-1141.

193. Kerner, B.S. Three-Phase Traffic Theory and Highway Capacity. [Text]. Mod. Phys. Statistical Mechanics and its Applications 333(1). 2004. - P. 379-440.

194. Korchagin, V.A. Process modeling in the subsystem of traffic accident consequence liquidation / V.A. Korchagin, A.N. Novikov, S.A. Lyapin, I.A. Novikov, V.A. Konovalova // International Journal of Pharmacy and Technology. Т. 8. № 3. 2016. - P. 15262-15270.

195. Novikov, A. Adaptation capacity of the traffic lights control system (TSCS) as to changing parameters of traffic flows within intellectual transport systems (ITS) / A. Novikov, I. Novikov, A. Katunin, A. Shevtsova // Transportation Research Procedia Сер. «12th International Conference «Organization and Traffic Safety Management in Large Cities», SPbOTSIC 2016» 2017. - P. 455-462.

196. Борисов, А.Н. Принятие решений на основе нечетких моделей: Примеры использования [Текст] / А.Н. Борисов, О.А. Крумберг, И.П. Федоров. – Рига: Зинатне, 1990. – С. 184.

197. Kushchenko, L. The analyzing of personal and public transport traffic flows in Belgorod agglomeration/ L. Kushchenko, S. Kushchenko, A. Kambur,

A. Novikov // Journal of Applied Engineering Science 2022, vol. 20 (3), pp. 700-706.

198. Кущенко, Л.Е. Разработка методики определения рационального выбора длительности разрешающего сигнала светофорного регулирования на основании нейронной сети / Л.Е. Кущенко, С.В. Кущенко, А.С. Камбур, И.А. Улинец // Мир транспорта и технологических машин, Орел 2023. - № 3-1(82), С.108-114.

199. Глаголев, С.Н., Разработка математической модели управления движением транспортного потока / С.Н. Глаголев, И.А. Новиков, Л.Е. Кущенко, Л.А. Королева // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – №1-1(80). – С. 68-75.

200. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление [Текст]: пер. с англ. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.– С. 798.

201. Жанказиев, С.В. Решение задачи регулирования дорожного движения на основе автоматизированной системы управления [Текст]/ В.Е.Медведев, А.В.Соломатин, О.О.Варламов, А.М. Ивахненко // Журнал «В мире научных открытий» - Красноярск: Научно-инновационный центр, Проблемы науки и образования, № 2. 6 (26)2012, – С. 124-129.

202. Новиков И.А. Использование интеллектуальных транспортных систем для повышения качества организации дорожного движения / И.А. Новиков Л.Е. Кущенко, Е.А. Новописный, А.С. Камбур // Мир транспорта и технологических машин, Орел 2023. - № 3-4 (78), С.49-54.

203. Заде, Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 165 с.

204. Borisov, A., Krumberg, O. Possibility theory for decision making // Fuzzy Sets Systems. - 1983. - Vol. 9, № 1. - S. 13-24.

205. Кущенко, Л.Е., Новиков И.А. Аналитическое решение вопроса заторообразования на основе нечеткой логики / Л.Е. Кущенко, И.А. Новиков // Прогрессивные технологии транспорта и безопасности дорожного

движения: материалы междунар. научно-практ. конф. – Саратов: 2015 – 25 ноября. – URL: <http://e-koncept.ru/2015/95570.htm>.

206. Кущенко, Л.Е. Применение нечеткого моделирования в транспортной сфере / Л.Е. Кущенко, И.А. Новиков, А.Н. Новиков // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – № 5. – С. 157–162.

207. Mamdani, E.H. Applications of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic synthesis / E.H. Mamdani. – IEEE Transactions on Computers, vol. 26, № 12, 1977, pp. 1182-1191.

208. Mamdani, E.H. Prescriptive methods for deriving control policy in a fuzzy logic controller / E.H. Mamdani, N. Baaklini / Electron. Lett. - 11 (1975).

209. Takagi, T., Sugeno, M. Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control / T. Takagi, M. Sugeno. - IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, vol. 15, № 1, 1985, pp. 116-132.

210. Постановление Правительства Белгородской области от 11 июля 2022 г. № 415-пп «О нормативах финансовых затрат и правилах расчета размера ассигнований бюджета Белгородской области на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения Белгородской области».

211. Руководство по оценке пропускной способности автомобильных дорог утверждено Министерством автомобильных дорог РСФСР (протокол № 29 от 24.08.1981 г.)

212. Кущенко, Л.Е. Улучшение экологической обстановки посредством изменения режимов работы светофорного объекта / С.Н. Глаголев, И.А. Новиков, С.В. Кущенко, Л.Е. Кущенко // Мир транспорта и технологических машин. – 2016. – № 3. – С. 116–121.

213. Кущенко, Л.Е. Исследование эколого-экономических показателей автомобильного транспорта в городской агломерации Белгородской области / Л.Е. Кущенко, С.В. Кущенко, А.А. Кравченко, Е.В. Давыдова // Мир транспорта и технологических машин. 2021. № 2 (73). – С. 83-91.

214. Л.Е. Гай, А.И. Шутов, П.А. Воля, С.В. Кущенко. Заторовые явления. Возможности предупреждения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. № 3. С. 166-169.

215. Чернов, В.Г. Модели поддержки принятия решений в инвестиционной деятельности на основе аппарата нечетких множеств / В.Г. Чернов. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 312 с.

216. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств М.: Радио и связь, 1982.

217. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

218. Аньшин В. М., Демкин И.В., Царьков И.Н., Никонов И.М. Применение теории нечётких множеств к задаче формирования портфеля проектов // Проблемы анализа риска. – 2008. – Т. 5. – №. 3. – С. 8-21

219. L.E. Kushchenko Fuzzy logic-based traffic flow modeling / S.V. Kushchenko, I. A. Novikov, A. N. Novikov, V. I. // International Journal of Pharmacy and Technology, 2016.- p. 24856-24867.

220. Kushchenko, L. The statistical assesment of the traffic situation based on sample data of traffic accidents in the urban agglomeration / L.E. Kushchenko, S.V. Kushchenko, A.N. Novikov, L.A. Koroleva // Journal of Applied Engineering Science vol.21, № 4, 2023.

221. Kushchenko, L. The paid parking space organization as one of the ways to increase the capacity of the road in Belgorod urban agglomeration / L. Kushchenko, S. Kushchenko, I. Novikov, A. Novikov // Transportation Research Procedia, p.1007.

222. Kushchenko, L. The analyzing of personal and public transport traffic flows in Belgorod agglomeration / L. Kushchenko, S. Kushchenko, I. Novikov, A. Kambur // Journal of Applied Engineering Science p.700-706.

223. Moradifar A., Foroud, A. A. and K. G. Firouzjah Comprehensive identification of multiple harmonic sources using fuzzy logic and adjusted

probabilistic neural network //Neural Computing and Applications. 2019.Vol. 31. № 1. p. 543-556.

224. Кущенко, Л.Е. Решение задачи оптимизации выбора структуры транспортного узла с учетом различных соотношений методом нечетких множеств / Л.Е. Кущенко, С.Н. Глаголев, С. В. Кущенко, Д.В. Одинцов // Мир транспорта и технологических машин. – 2021. – №4(75). – С. 83-89.

225. Шевцова, А.Г. Оценка экологических показателей транспортных потоков при изменении планов управления / А.Г. Шевцова, В.В. Васильева // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 3-1(82). – С. 101-107.

226. Yudin D. A., Migergot V. Z. Automated system of fuzzy estimates of the parameters of the roasting process on the basis of image analysis // Industrial automatic control systems and controllers. 2014. № 10. p. 3-13.

227. Intergovernmental Panel on climate Change // 1990: Climate Change. - The IPCC Scientific Assessment Cambridge University Press, Cambridge.

228. Мазепова В.И., Бережная Ю.А. Применение хлоридов для борьбы с гололедом и их воздействие на окружающую среду // Пути повышения эффективности зимнего содержания дорог: Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф., г. Калинин, 9-11 дек. 1987. - М., 1987. - С.18-20.

229. Якубовский Ю. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды: Пер. с польск. - М.: Транспорт, 1979. -198 с.

230. ГОСТ Р 56162-2014. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета выбросов от автотранспорта при проведении сводных расчетов для городских населенных пунктов.

231. Евгенийев И.Е. Защита среды обитания от транспортного загрязнения // Автомоб. дороги. - 1990.- № 6.- С. 21-23.

232. Бретшнайдер Б., Курфюрст И. Охрана воздушного бассейна от загрязнений: технология и контроль: Пер. с англ. / Под ред. А.Ф. Туболкина. - Л.: Химия, 1989. - 288 с.

233. Корчагин, В.А. Экологическая опасность автотранспорта / В.А. Корчагин, А.К. Карташова // Тенденции развития современной науки.

Сборник тезисов докладов научной конференции студентов и аспирантов Липецкого государственного технического университета: в 2-х частях. 2017. С. 536-538.

234. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных средств на территории крупнейших городов. – Изд-во: Автополюс-плюс, 2008. – 78 с.

235. Кущенко, Л.Е. Прогнозирование ДТП как один из способов снижения смертности / Л.Е. Кущенко // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 2-1(81). – С. 68-75.

236. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 93 с.

237. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/574864034>

238. Верзилин, В.А. Социально-экономический ущерб от ДТП как один из аспектов обеспечения экономической безопасности Российской Федерации / В.А. Верзилин, Ю.В. Наролина // РЕГИОН: система, экономика, управление. – 2019. – №4(47). – С. 143-152.

239. Elvik, R. An analysis of Official Economic Valuations of Traffic Accident Fatalities in 20 Motorized countries / R. Elvik // Acid Anal and Pre. – Vol 27. - №2, 1995. – Pp. 237-247.

240. Верзилин, В.А. Социально-экономические потери от ДТП (на примере Воронежской области) / В.А. Верзилин // Вестник ТГУ. – Выпуск 12(80), 2009. – С. 154-160.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1 – Анализ ДТП (направление № 1 Дубовое)

Дата	Время	Вид ДТП	Место ДТП	Погодные условия	Состояние дорожного покрытия	Время суток
1	2	3	4	5	6	7
29.01.2018	07:20	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	Сумерки
17.01.2018	21:00	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	В темное время суток, освещение включено
23.02.2018	18:00	Столкновение(1погиб.)	Иное место	Ясно	Гололедица	Светлое время суток
22.02.2018	08:30	Наезд на пешехода(1погиб.)	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
21.04.2018	17:40	Столкновение	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	Светлое время суток
24.05.2018	00:25	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
12.05.2018	15:30	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
16.06.2018	19:40	Наезд на пешехода	Иное место	Ясно	Сухое	Светлое время суток
20.07.2018	23:30	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
15.07.2018	08:30	Съезд с дороги	Перегон	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
06.07.2018	17:25	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
01.08.2018	19:40	Наезд на велосипедиста	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
30.09.2018	01:00	Наезд на пешехода(1погиб.)	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
11.09.2018	14:30	Наезд на пешехода(1погиб.)	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
05.09.2018	08:10	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
04.09.2018	09:05	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
09.10.2018	19:30	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
22.11.2018	17:30	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
11.11.2018	19:00	Столкновение	Перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
11.11.2018	17:40	Наезд на пешехода(1погиб.)	Перегон	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение отсутствует
02.11.2018	11:40	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
07.12.2018	18:50	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Со снежным накатом	В темное время суток, освещение включено
06.12.2018	11:25	Столкновение	Мост, эстакада, путепровод	Ясно	Со снежным накатом	Светлое время суток
27.01.2019	20:05	Столкновение	АЗС	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	В темное время суток, освещение включено
27.02.2019	09:35	Столкновение(1погиб.)	Иное место	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
19.02.2019	11:05	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
16.02.2019	21:00	Столкновение(2погиб.)	Перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение отсутствует
24.03.2019	20:00	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
21.05.2019	13:10	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
24.06.2019	18:09	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
23.06.2019	20:40	Столкновение(1погиб.)	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
22.06.2019	20:15	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Сумерки
20.06.2019	18:25	Наезд на препятствие	Иное место	Ясно	Сухое	Светлое время суток
16.06.2019	01:00	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение не включено
12.06.2019	08:45	Наезд на велосипедиста	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
11.06.2019	16:19	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
04.06.2019	00:40	Наезд на пешехода(1погиб.)	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение не включено
03.06.2019	14:00	Наезд на пешехода	Иное место	Ясно	Сухое	Светлое время суток
10.07.2019	16:20	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
29.08.2019	21:25	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
20.08.2019	16:55	Столкновение	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
29.09.2019	15:00	Столкновение	Регулируемый перекресток	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
29.09.2019	22:20	Наезд на препятствие(1погиб.)	Подход к мосту, эстакаде, путепроводу	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
28.09.2019	21:00	Наезд на пешехода	Автостоянка (отделенная от проезжей части)	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
10.10.2019	17:05	Наезд на пешехода	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	Светлое время суток
21.11.2019	7:20	Наезд на пешехода(1погиб.)	Иное место	Пасмурно	Сухое	Сумерки
19.11.2019	20:30	Столкновение	Остановка общественного транспорта	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
15.11.2019	07:20	Столкновение	Нерегулируемое пересечение с круговым движением	Ясно	Сухое	Светлое время суток
09.11.2019	01:45	Столкновение	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
03.11.2019	18:40	Наезд на велосипедиста	Выезд с прилегающей территории	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
28.12.2019	21:20	Наезд на препятствие(1погиб.)	Перегон	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	В темное время суток, освещение включено
23.12.2019	07:30	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
23.12.2019	20:25	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
19.12.2019	23:30	Наезд на стоящее ТС(1погиб.)	Иное место	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
23.01.2020	19:45	Столкновение	Иное место	Пасмурно	Обработанное противогололедными материалами	В темное время суток, освещение включено
07.01.2020	14:15	Наезд на стоящее ТС	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
22.02.2020	09:10	Опрокидывание	Перегон	Снегопад	Мокрое	Светлое время суток
28.03.2020	20:10	Наезд на стоящее ТС	Иное место	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение не включено
25.03.2020	12:10	Столкновение	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
24.05.2020	10:50	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
17.05.2020	11:00	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
03.05.2020	00:10	Столкновение	Автостоянка (отделенная от проезжей части)	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение не включено
15.06.2020	23:50	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
15.06.2020	07:50	Наезд на велосипедиста	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
01.06.2020	17:00	Столкновение	Нерегулируемое пересечение с круговым движением	Ясно	Сухое	Светлое время суток
22.07.2020	18:30	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
12.07.2020	19:10	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
04.07.2020	17:10	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
29.08.2020	00:01	Наезд на препятствие	Нерегулируемое пересечение с круговым движением	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
28.08.2020	16:20	Столкновение	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
29.09.2020	18:45	Наезд на пешехода(1погиб.)	Перегон	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение отсутствует
13.09.2020	23:00	Съезд с дороги(1погиб)	Иное место			

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
19.10.2020	18:50	Наезд на пешехода	Регулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
13.10.2020	14:48	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
29.11.2020	17:30	Наезд на пешехода	Регулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Сухое	Сумерки
26.11.2020	21:05	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
22.11.2020	08:50	Столкновение(1погиб.)	Перегон	Ясно	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
10.11.2020	22:30	Съезд с дороги	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
27.12.2020	04:45	Наезд на пешехода	Перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение отсутствует
21.12.2020	00:30	Наезд на препятствие(1погиб.)	Нерегулируемое пересечение с круговым движением	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
11.01.2021	16:45	Столкновение	Регулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
20.04.2021	20:25	Столкновение	Выезд с прилегающей территории	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
12.04.2021	11:30	Съезд с дороги(1погиб.)	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
05.04.2021	06:18	Столкновение	Регулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	Сумерки
21.06.2021	16:45	Наезд на велосипедиста	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
11.06.2021	19:05	Столкновение	Перегон	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
10.06.2021	18:30	Наезд на велосипедиста	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	Светлое время суток
03.06.2021	14:50	Столкновение	Гаражные постройки (гаражный кооператив, товарищество либо иное место концентрированного размещения гаражей)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
25.07.2021	01:10	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
20.07.2021	17:30	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
13.07.2021	11:00	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
10.07.2021	18:54	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
16.08.2021	13:00	Столкновение	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.08.2021	12:10	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.08.2021	21:10	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
29.09.2021	16:50	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
28.10.2021	15:15	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
22.10.2021	01:35	Съезд с дороги	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
17.10.2021	21:40	Съезд с дороги	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
12.11.2021	17:47	Столкновение	Иное место	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
05.11.2021	15:12	Столкновение	Регулируемый перекресток	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
31.12.2021	18:30	Наезд на препятствие	Иное место	Ясно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
17.12.2021	17:12	Наезд на пешехода	Внутридворовая территория	Пасмурно	Мокрое	Сумерки

Таблица 2 – Анализ ДТП (направление № 2 Стрелецкое)

Дата	Время	Вид ДТП	Место ДТП	Погодные условия	Состояние дорожного покрытия	Время суток
1	2	3	4	5	6	7
14.02.2018	08:00	столкновение (1 погиб)	перег ПП	Ясно	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
10.02.2018	08:30	наезд на препятствие	иное	Пасмурно	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
10.02.2018	18:15	наезд на стоящее ТС	перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
27.04.2018	21:05	наезд на пешехода	перегон	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
09.04.2018	20:00	наезд на велосипедиста	иное	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
24.05.2018	08:30	наезд на велосипедиста	перег перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
17.06.2018	23:00	столкновение	выезд с прил террит	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
12.06.2018	22:45	столкновение	перег перекресток	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
31.07.2018	13:40	опрокидывание (1 погиб)	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
28.07.2018	10:40	столкновение	перег перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
17.07.2018	11:15	столкновение (4 погибло)	перегон	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
30.08.2018	08:10	наезд на пешехода	перег ПП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
25.08.2018	20:40	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
13.08.2018	02:30	наезд на пешехода	перег ПП	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
23.09.2018	20:30	столкновение	иное	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
22.10.2018	16:00	столкновение	регул перекр	Ясно	Сухое	Светлое время суток
16.10.2018	18:00	наезд на пешехода	нерег ПП	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
02.10.2018	20:20	столкновение	иное	Ясно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
02.11.2018	07:40	наезд на стоящее ТС	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
01.12.2018	00:20	опрокидывание	иное	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
23.01.2019	18:30	наезд на пешехода	АЗС	Пасмурно	Обработанное противогололедными материалами	В темное время суток, освещение включено
17.01.2019	10:45	столкновение	нерег перекресток	Ясно	Мокрое	Светлое время суток
27.02.2019	08:20	наезд на препятствие	иное	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
28.03.2019	13:00	наезд на пешехода	выезд с прил террит	Ясно	Сухое	Светлое время суток
07.03.2019	23:36	наезд на препятствие (1 погиб)	нерег ПП	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
18.04.2019	20:20	наезд на велосипедиста	иное	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
10.04.2019	19:10	столкновение	нерег перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
04.04.2019	18:20	столкновение	нерег перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
16.05.2019	12:10	наезд на пешехода	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
10.05.2019	13:35	наезд на пешехода (1 погиб)	нерег ПП	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
19.07.2019	18:50	наезд на пешехода	регул ПП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
13.07.2019	08:10	съезд с дороги (1 погиб)	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
05.07.2019	13:05	наезд на пешехода	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
25.09.2019	19:50	наезд на велосипедиста	перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение не включено
26.10.2019	22:15	столкновение	нерег перекресток	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
16.10.2019	19:35	столкновение	выезд с прил террит	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
12.10.2019	15:15	столкновение	нерег перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
09.10.2019	09:00	столкновение	нерег перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
18.11.2019	15:20	столкновение (3 погибло)	иное	Туман	Сухое	Светлое время суток
13.11.2019	15:50	столкновение	нерег перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
13.11.2019	09:00	наезд на пешехода	автостоянка	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
16.12.2019	07:45	столкновение	перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
15.12.2019	17:25	наезд на пешехода	нерег ПП	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
13.12.2019	09:35	наезд на препятствие	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
31.01.2020	12:00	столкновение	нерег ПП	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
17.01.2020	07:10	столкновение	перегон	Ясно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
10.02.2020	20:15	столкновение	нерег перекресток	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
01.02.2020	12:15	столкновение	нерег ПП	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
10.03.2020	17:00	наезд на пешехода	нерег ПП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
04.04.2020	21:05	наезд на препятствие (1 погиб)	иное	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
23.05.2020	16:35	наезд на пешехода	нерег ПП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
18.05.2020	18:55	съезд с дороги	иное	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
15.05.2020	23:55	наезд на велосипедиста (1 погиб)	иное	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
13.05.2020	17:58	наезд на велосипедиста	нерег перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
10.05.2020	19:45	столкновение	перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
30.06.2020	16:15	наезд на пешехода	нерег ПП	Ясно	Сухое	Светлое время суток

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
17.06.2020	14:30	столкновение (3 погибло)	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.06.2020	17:30	наезд на стоящее ТС	мост	Ясно	Сухое	Светлое время суток
12.09.2020	17:30	столкновение	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
29.10.2020	18:40	столкновение	нерег перекресток	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
15.10.2020	09:00	столкновение	нерег перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
25.12.2020	15:50	наезд на стоящее ТС	нерег перекресток	Пасмурно	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
29.01.2021	10:50	столкновение (1 погиб)	иное	Ясно	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
01.02.2021	17:45	столкновение	нерег перекресток	Снегопад	Заснеженное	В темное время суток, освещение включено
06.03.2021	18:55	наезд на пешехода (1 погиб)	перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
27.05.2021	18:15	съезд с дороги	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.05.2021	18:15	столкновение	внутри дворов тер	Ясно	Сухое	Светлое время суток
30.06.2021	22:00	наезд на пешехода	иное	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
20.06.2021	07:10	съезд с дороги (1 погиб)	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
19.07.2021	18:30	съезд с дороги	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
02.07.2021	08:40	столкновение	нерег перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
06.10.2021	08:00	столкновение	нерег перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
17.11.2021	17:30	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
25.12.2021	15:00	съезд с дороги	иное	Ясно	Мокрое	Светлое время суток
14.12.2021	17:25	наезд на пешехода (1 погиб)	перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено

Таблица 3 – Анализ ДТП (направление № 3 Новосадовый)

Дата	Время	Вид ДТП	Место ДТП	Погодные условия	Состояние дорожного покрытия	Время суток
1	2	3	4	5	6	7
24.01.2018	21:10	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Со снежным накатом	В темное время суток, освещение включено
19.01.2018	17:20	столкновение	иное	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
17.01.2018	11:40	наезд на пешехода	нерегул перекресток	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
02.08.2018	17:35	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.02.2018	15:25	наезд на стоящее ТС	иное	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
11.02.2018	18:05	наезд на препятствие	перегон	Снегопад	Заснеженное	В темное время суток, освещение включено
27.03.2018	12:50	опрокидывание	выезд с прил территор	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
21.03.2018	18:20	столкновение	иное	Ясно	Мокрое	Светлое время суток

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
03.06.2018	18:30	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
24.04.2018	16:05	столкновение	нерегул перекресток	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
19.12.2018	18:50	наезд на препятствие	нерегул ППП	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	В темное время суток, освещение отсутствует
18.05.2018	10:00	наезд на пешехода	автостоянка	Ясно	Сухое	Светлое время суток
24.02.2018	19:00	столкновение (1 погиб)	перегон	Снегопад	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
10.05.2018	14:25	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
28.06.2018	11:10	опрокидывание	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.06.2018	07:25	съезд с дороги	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
15.03.2018	19:10	столкновение	нерегул ППП	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
16.06.2018	23:35	наезд на препятствие	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение не включено
14.06.2018	18:40	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
17.07.2018	20:10	столкновение	перегон	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
17.07.2018	19:20	столкновение	перегон	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
06.07.2018	13:45	иной вид ДТП (1 погиб)	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
06.07.2018	14:00	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
31.08.2018	10:25	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
30.08.2018	16:55	столкновение	остановка ОТ	Ясно	Сухое	Светлое время суток
18.08.2018	13:10	наезд на препятствие	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
18.08.2018	18:20	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.08.2018	19:00	опрокидывание (1 погиб)	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
10.08.2018	16:20	наезд на пешехода	нерегул ППП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
29.09.2018	15:50	столкновение	перегон	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
27.09.2018	14:30	наезд на стоящее ТС	перегон	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
15.09.2018	10:55	опрокидывание	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
01.09.2018	12:15	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
01.09.2018	18:35	наезд на пешехода	нерегул ППП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.10.2018	07:55	наезд на препятствие	перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
19.10.2018	17:50	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Сумерки
11.10.2018	16:20	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
30.11.2018	12:45	наезд на препятствие	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
27.11.2018	11:50	наезд на пешехода	остановка ОТ	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
13.04.2018	19:15	столкновение (1 погиб)	иное	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
18.03.2018	19:45	столкновение	мост	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
29.09.2018	21:10	столкновение	перегон	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
30.03.2018	21:10	наезд на пешехода	перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
08.11.2018	09:25	столкновение	перегон	Туман	Сухое	Светлое время суток
29.12.2018	18:30	наезд на стоящее ТС	перегон	Пасмурно	Обработанное противогололедными материалами	В темное время суток, освещение отсутствует
28.12.2018	11:55	столкновение	перегон	Пасмурно	Заснеженное	Светлое время суток
26.02.2019	15:45	столкновение	выезд с прил террит	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
22.02.2019	19:00	опрокидывание	перегон	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
26.03.2019	09:25	опрокидывание (1 погиб)	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
27.12.2021	15:20	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.11.2018	15:30	опрокидывание	нерегул ППП	Снегопад	Мокрое	Светлое время суток
16.03.2019	15:00	столкновение (2 погибло)	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
30.12.2019	15:40	наезд на препятствие (1 погиб)	перегон			
26.04.2019	23:20	съезд с дороги	нерегул перекресток	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
18.04.2019	08:30	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
06.04.2019	15:10	наезд на пешехода	нерегул ППП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
02.04.2019	06:40	столкновение	вне НП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
15.05.2019	18:35	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.06.2019	22:30	наезд на препятствие	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
21.06.2019	12:45	столкновение	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.11.2018	16:45	столкновение	нерегул перекресток	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	Сумерки
24.07.2019	00:05	наезд на пешехода (1 погиб)	перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
23.07.2019	09:20	столкновение	нерегул ППП	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
18.07.2019	07:00	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
17.07.2019	07:40	опрокидывание	перегон	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
10.07.2019	16:50	столкновение	перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
27.08.2019	07:25	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
17.06.2018	16:25	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
05.08.2019	17:10	столкновение (2 погибло)	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
01.08.2019	21:50	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
28.11.2021	16:30	опрокидывание	перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
19.09.2019	16:25	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
10.11.2019	16:30	столкновение	перегон	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
30.12.2019	17:30	столкновение	нерегул перекресток	Пасмурно	Обработанное противогололедными материалами	В темное время суток, освещение включено
25.10.2019	08:00	столкновение	нерегул перекресток	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
19.10.2019	11:45	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
12.10.2019	20:00	съезд с дороги	иное	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
08.10.2019	12:45	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
27.06.2021	17:15	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
02.11.2019	15:00	столкновение	регул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
12.11.2018	18:05	наезд на препятствие	перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
12.10.2020	18:10	столкновение	иное	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
06.12.2019	14:55	наезд на препятствие	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
03.12.2019	07:10	наезд на пешехода	иное	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
26.02.2019	15:45	столкновение	выезд с прил террит	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
22.02.2019	19:00	опрокидывание	перегон	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
26.03.2019	09:25	опрокидывание (1 погиб)	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
27.12.2021	15:20	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.11.2018	15:30	опрокидывание	нерегул ППП	Снегопад	Мокрое	Светлое время суток
16.03.2019	15:00	столкновение (2 погубло)	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
30.12.2019	15:40	наезд на препятствие (1 погиб)	перегон			
26.04.2019	23:20	съезд с дороги	нерегул перекресток	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
18.04.2019	08:30	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
06.04.2019	15:10	наезд на пешехода	нерегул ППП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
02.04.2019	06:40	столкновение	вне НП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
15.05.2019	18:35	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.06.2019	22:30	наезд на препятствие	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
21.06.2019	12:45	столкновение	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.11.2018	16:45	столкновение	нерегул перекресток	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	Сумерки
24.07.2019	00:05	наезд на пешехода (1 погиб)	перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
23.07.2019	09:20	столкновение	нерегул ППП	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
18.07.2019	07:00	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
17.07.2019	07:40	опрокидывание	перегон	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
10.07.2019	16:50	столкновение	перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
27.08.2019	07:25	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
17.06.2018	16:25	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
05.08.2019	17:10	столкновение (2 погубло)	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
01.08.2019	21:50	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
28.11.2021	16:30	опрокидывание	перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
19.09.2019	16:25	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
10.11.2019	16:30	столкновение	перегон	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
30.12.2019	17:30	столкновение	нерегул перекресток	Пасмурно	Обработанное противогололедными материалами	В темное время суток, освещение включено
25.10.2019	08:00	столкновение	нерегул перекресток	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
19.10.2019	11:45	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
12.10.2019	20:00	съезд с дороги	иное	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
08.10.2019	12:45	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
27.06.2021	17:15	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
02.11.2019	15:00	столкновение	регул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
12.11.2018	18:05	наезд на препятствие	перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
12.10.2020	18:10	столкновение	иное	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
06.12.2019	14:55	наезд на препятствие	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
03.12.2019	07:10	наезд на пешехода	иное	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
28.01.2020	09:20	столкновение	нерегул перекресток	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
23.01.2020	08:05	столкновение	иное	Ясно	Мокрое	Светлое время суток
03.01.2020	14:25	столкновение	нерегул перекресток	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
02.01.2020	18:24	наезд на стоящее ТС	внутри двор террит	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
04.10.2021	08:35	съезд с дороги	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
20.02.2020	17:20	съезд с дороги	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
11.02.2020	18:10	столкновение	перегон	Пасмурно	Обработанное противогололедными материалами	В темное время суток, освещение отсутствует
20.05.2018	13:50	столкновение (2 погубо)	перегон	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
04.02.2020	09:00	столкновение	нерегул перекресток	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
18.03.2019	09:25	наезд на пешехода (1 погуб)	перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
19.03.2020	11:05	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.01.2018	14:05	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.03.2020	14:40	столкновение	нерегул перекресток	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
22.04.2020	18:45	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
12.03.2018	10:25	столкновение	нерегул ПП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
28.05.2020	10:15	наезд на препятствие	перегон	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
14.05.2020	20:15	опрокидывание	перегон	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
09.05.2020	14:50	столкновение	нерегул ПП	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
06.05.2020	17:50	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
10.06.2020	14:30	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
18.07.2020	18:05	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
11.07.2020	23:35	наезд на пешехода (1 погуб)	остановка ОТ	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение не включено
10.07.2020	07:35	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
27.08.2020	09:30	наезд на препятствие	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.08.2020	15:00	столкновение (1 погуб)	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
25.08.2020	09:40	наезд на стоящее ТС	остановка ОТ	Ясно	Сухое	Светлое время суток
15.08.2021	14:50	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
28.09.2020	11:10	столкновение	остановка ОТ	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.09.2020	08:10	наезд на пешехода	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
27.10.2020	16:00	столкновение (2 погубо)	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
24.10.2020	01:50	наезд на препятствие	перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
14.05.2018	12:00	опрокидывание	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
17.10.2020	08:40	столкновение (1 погуб)	перегон	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
05.04.2021	13:45	наезд на велосипедиста	нерегул ПП	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
09.10.2020	10:10	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
25.11.2018	16:00	съезд с дороги	перегон	Пасмурно	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
26.12.2020	10:35	съезд с дороги	перегон	Пасмурно	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
12.12.2020	18:30	съезд с дороги	перегон	Снегопад	Со снежным накатом	В темное время суток, освещение включено
11.12.2020	07:05	наезд на препятствие	перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
03.12.2020	07:45	столкновение	нерегул перекресток	Пасмурно	Со снежным накатом	Сумерки
20.02.2021	18:30	столкновение	перегон	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
19.10.2020	01:40	наезд на препятствие (1 погиб)	мост	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение не включено
01.04.2021	13:15	столкновение	регул перекресток	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
15.05.2021	19:36	столкновение (1 погиб)	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.05.2021	08:35	столкновение	регул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
08.09.2019	14:55	столкновение	выезд с прил террит	Ясно	Сухое	Светлое время суток
11.08.2019	17:25	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
16.06.2021	11:30	наезд на велосипедиста	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
28.07.2021	11:40	столкновение	нерег ПП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
09.07.2021	21:00	съезд с дороги	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
08.07.2021	17:35	столкновение	регул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
02.07.2021	14:40	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
21.08.2021	20:50	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Сумерки
20.08.2021	16:05	падение пассажира	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
05.12.2021	19:30	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
13.08.2021	21:05	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
07.09.2021	14:30	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
23.10.2021	09:10	съезд с дороги (1 погиб)	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
13.10.2021	18:30	съезд с дороги	мост	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
05.10.2021	09:00	наезд на стоящее ТС	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
02.09.2019	07:00	наезд на стоящее ТС	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
05.12.2021	08:00	столкновение (1 погиб)	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
23.11.2021	17:30	столкновение	перегон	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
20.11.2021	15:00	наезд на внезапно возникшее препятствие	перегон	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
19.11.2021	06:00	съезд с дороги	перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
18.11.2021	21:15	наезд на пешехода	перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
13.11.2021	16:00	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
31.12.2021	13:00	съезд с дороги	перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
04.03.2019	07:40	столкновение	нерегул перекресток	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
19.12.2021	09:30	съезд с дороги	перегон	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
19.12.2021	11:00	наезд на препятствие	перегон	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
09.02.2020	11:50	наезд на препятствие	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
20.06.2021	13:15	наезд на пешехода	нерегул ПП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
04.10.2020	13:50	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
01.12.2021	17:10	столкновение	нерегул перекресток	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
20.02.2021	18:30	столкновение	перегон	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
19.10.2020	01:40	наезд на препятствие (1 погиб)	мост	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение не включено
01.04.2021	13:15	столкновение	регул перекресток	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
15.05.2021	19:36	столкновение (1 погиб)	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.05.2021	08:35	столкновение	регул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
08.09.2019	14:55	столкновение	выезд с прил террит	Ясно	Сухое	Светлое время суток
11.08.2019	17:25	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
16.06.2021	11:30	наезд на велосипедиста	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
28.07.2021	11:40	столкновение	нерег ПП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
09.07.2021	21:00	съезд с дороги	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
08.07.2021	17:35	столкновение	регул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
02.07.2021	14:40	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
21.08.2021	20:50	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Сумерки
20.08.2021	16:05	падение пассажира	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
05.12.2021	19:30	столкновение	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
13.08.2021	21:05	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
07.09.2021	14:30	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
23.10.2021	09:10	съезд с дороги (1 погиб)	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
13.10.2021	18:30	съезд с дороги	мост	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
05.10.2021	09:00	наезд на стоящее ТС	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
02.09.2019	07:00	наезд на стоящее ТС	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
05.13.2021	08:00	столкновение (1 погиб)	нерегул перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
23.11.2021	17:30	столкновение	перегон	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
20.11.2021	15:00	наезд на внезапно возникшее препятствие	перегон	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
19.11.2021	06:00	съезд с дороги	перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
18.11.2021	21:15	наезд на пешехода	перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
13.11.2021	16:00	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
31.12.2021	13:00	съезд с дороги	перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
04.03.2019	07:40	столкновение	нерегул перекресток	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
19.12.2021	09:30	съезд с дороги	перегон	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
19.12.2021	11:00	наезд на препятствие	перегон	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
09.02.2020	11:50	наезд на препятствие	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
20.06.2021	13:15	наезд на пешехода	нерегул ПП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
04.10.2020	13:50	столкновение	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
01.12.2021	17:10	столкновение	нерегул перекресток	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
31.12.2021	13:00	съезд с дороги	перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток

Таблица 4 – Анализ карточек учета ДТП (направление № 4 Майский)

Дата	Время	Вид ДТП	Место ДТП	погодные условия	Состояние дорожного покрытия	Время суток
1	2	3	4	5	6	7
13.01.2018	00:03	столкновение	нерегулир перекресток	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
12.01.2018	02:00	опрокидывание	перегон	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	В темное время суток, освещение отсутствует
10.02.2018	13:30	наезд на пешехода	внутри двора	Пасмурно	Заснеженное	Светлое время суток
08.02.2018	18:13	столкновение	перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение отсутствует
11.06.2018	13:00	столкновение	нерегулир перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
09.06.2018	20:30	наезд на пешехода	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
20.07.2018	07:40	иной вид ДТП	перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
05.09.2018	09:40	столкновение	нерегулир перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
02.09.2018	15:25	столкновение	нерегулир перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
01.09.2018	19:10	наезд на пешехода	автостоянка	Ясно	Сухое	Сумерки
03.10.2018	15:50	столкновение	нерегулир перекресток	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
29.11.2018	15:30	столкновение	нерегулир перекресток	Ясно	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
09.11.2018	10:50	наезд на препятствие	перегон	Туман	Сухое	Светлое время суток
03.11.2018	14:20	столкновение (2 погиб)	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
29.12.2018	17:05	столкновение	перегон	Ясно	Мокрое	В темное время суток, освещение не включено
28.12.2018	15:30	столкновение (1 погиб)	перегон	Пасмурно	Заснеженное	Светлое время суток
20.12.2018	20:00	столкновение	перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
07.12.2018	16:05	столкновение	перегон	Снегопад	Заснеженное	Сумерки
02.12.2018	14:25	столкновение	перегон	Ясно	Со снежным накатом	Светлое время суток
25.01.2019	07:55	столкновение	нерегулир перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
19.01.2019	11:15	столкновение	перегон	Ясно	Мокрое	Светлое время суток
26.04.2019	09:40	опрокидывание	нерегулир перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
08.04.2019	16:10	наезд на лицо, не являющееся участником (1 погиб)	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
06.04.2019	18:45	столкновение		Ясно	Сухое	Светлое время суток
22.05.2019	14:45	съезд с дороги	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
02.06.2019	21:35	столкновение	нерг ПП	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
24.07.2019	19:20	наезд на стоящее ТС	выезд с прил тер	Ясно	Сухое	Светлое время суток
02.07.2019	07:50	столкновение	нерг ПП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
23.08.2019	23:50	наезд на пешехода	иное	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
26.09.2019	21:19	наезд на препятствие	перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
27.10.2019	12:10	наезд на пешехода	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
25.10.2019	10:00	столкновение	нерегулир перекресток	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
11.10.2019	14:50	наезд на пешехода	нерегулир перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
07.10.2019	08:10	столкновение	нерг ПП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
07.10.2019	17:10	столкновение	нерегулир перекресток	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
29.11.2019	13:00	столкновение	нерегулир перекресток	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
07.11.2019	00:20	столкновение	регул перекресток	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
25.12.2019	17:10	наезд на пешехода	иное	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
25.02.2020	18:35	съезд с дороги	перегон	Ясно	Заснеженное	В темное время суток, освещение отсутствует
14.02.2020	10:20	столкновение	нерегулир перекресток	Ясно	Мокрое	Светлое время суток
31.03.2020	18:25	столкновение	нерегулир перекресток	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
02.03.2020	20:00	столкновение	нерегулир перекресток	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
02.03.2020	06:20	съезд с дороги	иное	Ясно	Сухое	Сумерки
13.04.2020	20:35	столкновение	нерегулир перекресток	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
25.05.2020	18:55	наезд на велосипедиста	нерегулир перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
24.05.2020	13:30	съезд с дороги	перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
19.07.2020	13:25	столкновение	нерегулир перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
13.08.2020	18:20	столкновение	нерегулир перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
01.09.2020	08:00	наезд на пешехода	нерг ПП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.10.2020	13:10	столкновение	нерг ПП	Ясно	Сухое	Светлое время суток
04.11.2020	14:30	съезд с дороги	мост	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
02.12.2020	11:10	столкновение	перегон			
15.01.2021	07:42	наезд на пешехода	Рег ПП	Ясно	Мокрое	Светлое время суток
01.01.2021	15:50	наезд на препятствие (погиб 1)	нерегулир перекресток	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
13.03.2021	07:30	наезд на препятствие	нер перес с круг дв	Снегопад	Заснеженное	Сумерки
16.04.2021	22:02	наезд на препятствие	иное	Пасмурно	Сухое	Сумерки
25.05.2021	16:40	столкновение	рег перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
07.05.2021	20:30	столкновение	выезд с прил тер	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
19.06.2021	21:05	наезд на пешехода	иное	Ясно	Сухое	Светлое время суток
27.07.2021	17:40	столкновение	нерегулир перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
27.08.2021	18:15	столкновение	иное	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
26.08.2021	20:40	наезд на велосипедиста	нерг ПП	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
23.08.2021	10:10	столкновение	мост	Ясно	Сухое	Светлое время суток
27.10.2021	18:30	наезд на пешехода	нерегулир перекресток	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
07.10.2021	09:00	наезд на стоящее ТС	выезд с прил тер	Ясно	Сухое	Светлое время суток

Таблица 5 – Анализ ДТП (направление № 5 Северный)

Дата	Время	Вид ДТП	Место ДТП	Погодные условия	Состояние дорожного покрытия	Время суток
1	2	3	4	5	6	7
11.01.2018	19:30	Столкновение	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
13.02.2018	12:00	Наезд на препятствие	Перегон	Снегопад	Заснеженное	Светлое время суток

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
10.02.2018	12:25	Столкновение	Регулируемый перекресток	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
04.02.2018	17:35	Наезд на пешехода	Регулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
11.03.2018	14:32	Столкновение	Перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
07.03.2018	16:30	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
14.04.2018	13:00	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
03.05.2018	08:45	Столкновение(1погиб.)	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	Светлое время суток
20.07.2018	07:45	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
19.07.2018	09:40	Наезд на стоящее ТС	Мост, эстакада, путепровод	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
15.08.2018	11:10	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
13.08.2018	17:40	Наезд на стоящее ТС	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
12.08.2018	13:00	Наезд на велосипедиста	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
10.08.2018	21:50	Наезд на пешехода	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
10.08.2018	16:50	Наезд на препятствие	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
15.09.2018	21:10	Наезд на пешехода	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
27.10.2018	12:05	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
19.10.2018	16:00	Столкновение	Иное место	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.10.2018	17:40	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
06.10.2018	22:25	Опрокидывание	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
01.10.2018	08:50	Столкновение(1погиб.)	Иное место	Ясно	Сухое	Светлое время суток
20.11.2018	19:00	Наезд на велосипедиста	Перегон	Снегопад	Заснеженное	Светлое время суток
14.11.2018	14:10	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
12.11.2018	08:25	Столкновение	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Мокрое	Светлое время суток
07.11.2018	09:50	Наезд на пешехода	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
24.12.2018	08:00	Столкновение	Перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
15.01.2019	17:40	Столкновение	Выезд с прилегающей территории	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
14.01.2019	13:59	Наезд на стоящее ТС	Перегон	Снегопад	Мокрое	Светлое время суток
12.01.2019	20:20	Наезд на пешехода(1погиб.)	Иное место	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	В темное время суток, освещение отсутствует
21.02.2019	07:25	Столкновение	Иное место	Ясно	Сухое	Светлое время суток
19.02.2019	16:10	Наезд на пешехода	Иное место	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.02.2019	18:00	Столкновение	Иное место	Ясно	Сухое	Сумерки
19.03.2019	12:00	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
13.03.2019	19:21	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
10.03.2019	01:45	Наезд на пешехода	Перегон	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
06.03.2019	12:55	Наезд на препятствие	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
21.05.2019	08:50	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
09.05.2019	17:20	Наезд на стоящее ТС	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
05.05.2019	14:30	Столкновение(1погиб.)	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
16.06.2019	14:00	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
15.06.2019	18:35	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
11.06.2019	07:05	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
09.06.2019	14:00	Столкновение	Нерегулируемое пересечение с круговым движением	Ясно	Сухое	Светлое время суток
12.08.2019	18:20	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
16.09.2019	20:15	Наезд на велосипедиста(1погиб.)	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
07.09.2019	19:50	Иной вид ДТП	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
18.10.2019	13:50	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
15.10.2019	16:15	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
15.10.2019	19:15	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
11.10.2019	14:10	Столкновение	Нерегулируемое пересечение с круговым движением	Ясно	Сухое	Светлое время суток
08.10.2019	8:45	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
29.11.2019	15:00	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Дождь	Мокрое	Сумерки
27.11.2019	16:00	Столкновение	Нерегулируемое пересечение с круговым движением	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
19.11.2019	17:20	Столкновение	Нерегулируемое пересечение с круговым движением	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
09.11.2019	05:40	Наезд на пешехода	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
16.12.2019	07:10	Столкновение	Иное место	Ясно	Мокрое	Светлое время суток
15.12.2019	00:40	Наезд на стоящее ТС	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение не включено
09.12.2019	18:55	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
06.12.2019	17:00	Столкновение	Регулируемый перекресток	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
06.12.2019	17:50	Наезд на пешехода(1погиб.)	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
04.12.2019	5:40	Наезд на препятствие	Нерегулируемое пересечение с круговым движением	Пасмурно	Обработанное противогололедными материалами	В темное время суток, освещение включено
17.01.2020	11:20	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
07.01.2020	21:40	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
06.01.2020	17:40	Наезд на пешехода	Регулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
29.03.2020	00:10	Наезд на пешехода	Иное место	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
19.03.2020	13:30	Наезд на пешехода	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
11.03.2020	17:40	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
27.05.2020	09:25	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
07.05.2020	10:20	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
06.05.2020	08:30	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
25.06.2020	18:20	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
30.09.2020	19:40	Наезд на пешехода	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение не включено
24.09.2020	19:40	Столкновение(1погиб)	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
24.09.2020	21:30	Наезд на велосипедиста	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
22.09.2020	17:55	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
22.09.2020	11:00	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.09.2020	17:00	Наезд на пешехода(1погиб)	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
13.09.2020	21:25	Наезд на пешехода	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
05.10.2020	19:40	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
04.10.2020	08:27	Съезд с дороги	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
30.11.2020	19:13	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
05.11.2020	12:36	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
30.12.2020	18:50	Наезд на пешехода	Регулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
13.12.2020	18:00	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Пасмурно	Обработанное противогололедными материалами	В темное время суток, освещение включено
23.01.2021	12:30	Столкновение	Иное место	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
12.02.2021	17:15	Столкновение	Перегон	Дождь	Мокрое	Сумерки
18.03.2021	12:28	Столкновение	Перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
11.03.2021	12:15	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
01.04.2021	21:10	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
30.06.2021	23:15	Столкновение(1погиб.)	Нерегулируемое пересечение с круговым движением	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
29.06.2021	08:54	Столкновение	АЗС	Ясно	Сухое	Светлое время суток
02.06.2021	13:08	Столкновение	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
01.07.2021	16:40	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
31.08.2021	19:20	Столкновение(1погиб.)	Перегон	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
23.08.2021	16:40	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
17.08.2021	19:11	Съезд с дороги	Остановка общественного транспорта	Ясно	Сухое	Светлое время суток
10.08.2021	20:50	Наезд на пешехода	Иное место	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
11.10.2021	20:15	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
06.10.2021	15:20	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
01.10.2021	04:00	Съезд с дороги(1погиб.)	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
12.11.2021	08:40	Столкновение	Нерегулир. пер. неравнознач. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
19.12.2021	17:40	Столкновение	Иное место	Снегопад	Со снежным накатом	В темное время суток, освещение отсутствует
11.12.2021	13:55	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
11.12.2021	13:30	Столкновение	Иное место	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток

Таблица 6 – Анализ карточек учета ДТП (направление № 6 Разумное)

Дата	Время	Вид ДТП	Место ДТП	Погодные условия	Состояние дорожного покрытия	Время суток
1	2	3	4	5	6	7
26.01.2018	17:10	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Пасмурно	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
25.01.2018	16:35	Иной вид ДТП	Перегон	Пасмурно	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
02.01.2018	02:05	Наезд на препятствие	Перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение отсутствует
02.01.2018	02:10	Наезд на препятствие (1погиб.)	Перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение отсутствует
17.02.2018	16:40	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Заснеженное	Сумерки
11.02.2018	18:05	Наезд на препятствие	Перегон	Снегопад	Заснеженное	В темное время суток, освещение включено
10.02.2018	10:10	Наезд на препятствие	Перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
17.03.2018	18:30	Столкновение	Остановка общественного транспорта	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
26.04.2018	10:50	Наезд на стоящее ТС	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
13.04.2018	20:30	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
01.04.2018	01:00	Столкновение	Перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение отсутствует
01.04.2018	21:55	Столкновение	Регулируемый перекресток	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
30.05.2018	11:20	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
23.05.2018	04:05	Наезд на препятствие	Гаражные постройки (гаражный кооператив, товарищество либо иное место концентрированного размещения гаражей)	Ясно	Сухое	Светлое время суток

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
17.05.2018	10:25	Наезд на препятствие	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.05.2018	21:20	Столкновение	Мост, эстакада, путепровод	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
11.05.2018	10:20	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.06.2018	20:10	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Сумерки
17.06.2018	16:25	Столкновение	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.06.2018	18:40	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
11.06.2018	23:00	Наезд на пешехода (1 погиб.)	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение не включено
08.06.2018	21:00	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
06.06.2018	10:15	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
05.06.2018	17:00	Наезд на велосипедиста	Автостоянка (не отделённая от проезжей части)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
01.06.2018	17:10	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
16.07.2018	19:10	Наезд на препятствие	Перегон	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
16.07.2018	00:35	Наезд на препятствие	Перегон	Туман	Мокрое	В темное время суток, освещение отсутствует
10.07.2018	18:50	Столкновение	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	Светлое время суток
04.07.2018	20:00	Съезд с дороги	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	Сумерки
28.08.2018	02:15	Наезд на пешехода (1 погиб.)	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
22.08.2018	18:00	Наезд на пешехода	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
22.08.2018	21:00	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
20.08.2018	09:00	Опрокидывание	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
15.08.2018	11:30	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
13.08.2018	07:30	Опрокидывание	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
20.09.2018	09:50	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
11.09.2018	19:50	Наезд на пешехода	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
06.09.2018	21:05	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
02.09.2018	23:30	Наезд на пешехода	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение не включено
01.09.2018	18:35	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
31.10.2018	04:40	Наезд на препятствие	Перегон	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
29.10.2018	07:00	Столкновение	Перегон	Туман	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
26.10.2018	08:20	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
24.10.2018	12:00	Наезд на препятствие	Перегон	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
23.10.2018	17:45	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	Сумерки
21.10.2018	17:52	Наезд на препятствие	Мост, эстакада, путепровод	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
20.10.2018	05:30	Наезд на препятствие	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
19.10.2018	20:30	Столкновение	Перегон	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
16.10.2018	07:10	Наезд на пешехода	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
08.10.2018	19:40	Наезд на пешехода	Иное место	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
01.10.2018	09:40	Столкновение	Иное место	Ясно	Сухое	Светлое время суток
30.11.2018	16:00	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
19.11.2018	20:10	Столкновение	Подход к мосту, эстакаде, путепроводу	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
15.11.2018	07:25	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
13.11.2018	15:05	Наезд на препятствие	Перегон	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
08.11.2018	09:25	Столкновение	Перегон	Туман	Сухое	Светлое время суток
04.11.2018	17:00	Опрокидывание	Перегон	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
02.11.2018	14:25	Наезд на пешехода	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	Светлое время суток
02.11.2018	20:30	Наезд на пешехода	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
22.12.2018	17:35	Наезд на пешехода(1погиб.)	Перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
09.12.2018	15:00	Столкновение	Перегон	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
07.12.2018	12:30	Наезд на пешехода	Иное место	Снегопад	Сухое	Светлое время суток
05.12.2018	18:25	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
15.01.2019	15:20	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
26.02.2019	15:45	Столкновение	Выезд с прилегающей территории	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
25.02.2019	07:50	Столкновение	Перегон	Пасмурно	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
30.03.2019	13:10	Наезд на препятствие	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.03.2019	23:10	Опрокидывание	Перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение отсутствует
26.03.2019	13:30	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
21.03.2019	07:50	Съезд с дороги	Перегон	Ясно	Мокрое	Светлое время суток
20.03.2019	20:10	Наезд на пешехода	Регулируемый пешеходный переход	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
18.03.2019	09:25	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
18.03.2019	08:24	Столкновение	Перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
07.03.2019	18:05	Наезд на пешехода	Автостоянка (отделенная от проезжей части)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
02.03.2019	20:10	Столкновение	Регулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
26.04.2019	08:00	Столкновение	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	Светлое время суток
24.04.2019	05:30	Наезд на препятствие	Остановка общественного транспорта	Ясно	Сухое	Светлое время суток
08.04.2019	01:40	Наезд на препятствие	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
07.04.2019	15:40	Наезд на препятствие	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
30.05.2019	16:30	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
29.05.2019	08:00	Съезд с дороги	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
24.05.2019	16:10	Съезд с дороги	Перегон	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
21.05.2019	21:50	Наезд на препятствие(1погиб.)	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
17.05.2019	17:00	Наезд на пешехода	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
17.05.2019	09:10	Наезд на стоящее ТС	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
15.05.2019	16:10	Столкновение	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
09.05.2019	15:10	Опрокидывание	Перегон	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
05.05.2019	23:45	Наезд на препятствие	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
05.05.2019	17:20	Наезд на велосипедиста	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.06.2019	22:30	Наезд на препятствие	Нерегулируемое пересечение с круговым движением	Ясно	Сухое	Светлое время суток
10.06.2019	13:51	Столкновение(1погиб.)	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
09.06.2019	16:15	Опрокидывание(1погиб.)	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
18.07.2019	5:30	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
06.07.2019	15:40	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
05.07.2019	16:40	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
01.07.2019	16:00	Столкновение	Иное место	Ясно	Сухое	Светлое время суток
20.08.2019	08:50	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
16.08.2019	11:10	Съезд с дороги	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
10.08.2019	18:40	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
06.08.2019	19:55	Наезд на велосипедиста	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Сумерки
05.08.2019	17:10	Столкновение(2погиб.)	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
03.08.2019	13:05	Столкновение	Иное место	Ясно	Сухое	Светлое время суток
30.09.2019	13:35	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
28.09.2019	14:40	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.09.2019	07:45	Наезд на пешехода	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
21.09.2019	10:45	Наезд на пешехода	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
19.09.2019	16:30	Наезд на препятствие	Перегон	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
15.09.2019	19:10	Наезд на препятствие	Перегон	Ясно	Сухое	Сумерки
11.09.2019	10:15	Столкновение	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	Светлое время суток
08.09.2019	08:10	Наезд на препятствие	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
08.09.2019	16:25	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
07.09.2019	12:35	Столкновение	Иное место	Ясно	Сухое	Светлое время суток
31.10.2019	13:30	Столкновение(1погиб.)	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
27.10.2019	15:15	Столкновение	Иное место	Ясно	Сухое	Светлое время суток
12.10.2019	22:10	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
07.10.2019	9:00	Наезд на пешехода	Иное место	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
29.11.2019	18:30	Наезд на пешехода	Перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
27.11.2019	11:15	Столкновение(1погиб.)	Перегон	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
20.11.2019	10:05	Наезд на пешехода	Перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
19.11.2019	07:25	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	Сумерки
06.11.2019	19:30	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
04.11.2019	02:40	Наезд на пешехода(1погиб.)	Иное место	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
03.11.2019	17:55	Наезд на велосипедиста(1погиб.)	Перегон	Пасмурно	Сухое	Сумерки
02.11.2019	14:10	Наезд на препятствие	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
19.12.2019	18:30	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
16.12.2019	14:50	Столкновение	Иное место	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
08.12.2019	7:20	Наезд на пешехода(1погиб.)	Перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
07.12.2019	15:30	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
01.12.2019	16:10	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
20.11.2019	10:05	Наезд на пешехода	Перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
19.11.2019	7:25	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	Сумерки
06.11.2019	19:30	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
04.11.2019	2:40	Наезд на пешехода(1погиб.)	Иное место	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение включено

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
03.11.2019	17:55	Наезд на велосипедиста(1погиб.)	Перегон	Пасмурно	Сухое	Сумерки
02.11.2019	14:10	Наезд на препятствие	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
19.12.2019	18:30	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
16.12.2019	14:50	Столкновение	Иное место	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
08.12.2019	07:20	Наезд на пешехода(1погиб.)	Перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
07.12.2019	15:30	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
01.12.2019	16:10	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
24.01.2020	09:35	Столкновение(1погиб.)	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
23.01.2020	08:05	Столкновение	Иное место	Ясно	Мокрое	Светлое время суток
19.01.2020	19:05	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
18.01.2020	18:30	Наезд на пешехода(1погиб.)	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
18.01.2020	13:45	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
17.01.2020	18:56	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
17.01.2020	11:25	Наезд на пешехода(1погиб.)	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.01.2020	17:30	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
13.01.2020	19:05	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
01.01.2020	11:15	Наезд на препятствие	Перегон	Снегопад	Заснеженное	Светлое время суток
01.01.2020	18:45	Наезд на пешехода	Перегон	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение отсутствует
28.02.2020	07:50	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
25.02.2020	07:50	Столкновение	Перегон	Ясно	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
22.02.2020	17:30	Столкновение	Перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
22.02.2020	19:30	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
22.02.2020	18:40	Столкновение	Выезд с прилегающей территории	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
15.02.2020	12:45	Столкновение	Иное место	Ясно	Мокрое	Светлое время суток
11.02.2020	09:30	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
08.02.2020	11:40	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
04.02.2020	16:35	Столкновение	Перегон	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
01.02.2020	21:21	Наезд на пешехода	Перегон	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение отсутствует
21.03.2020	21:20	Наезд на пешехода	Выезд с прилегающей территории	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
15.03.2020	19:10	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
09.03.2020	17:21	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
30.04.2020	20:50	Столкновение	Иное место	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
22.04.2020	18:45	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
20.04.2020	06:40	Опрокидывание(1погиб.)	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
13.04.2020	20:20	Наезд на препятствие	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
08.04.2020	09:30	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
05.04.2020	16:10	Наезд на препятствие	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	Светлое время суток
03.04.2020	20:30	Опрокидывание	Перегон	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
20.05.2020	19:09	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
08.05.2020	16:30	Съезд с дороги	Перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
02.05.2020	14:50	Съезд с дороги	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
30.06.2020	21:10	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
29.06.2020	10:10	Наезд на пешехода	Автостоянка (отделенная от проезжей части)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
18.06.2020	18:45	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
15.06.2020	21:20	Наезд на велосипедиста	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
11.06.2020	21:30	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	Сумерки
10.06.2020	21:14	Наезд на велосипедиста	Внутридворовая территория	Ясно	Сухое	Светлое время суток
10.06.2020	14:30	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
03.06.2020	11:05	Наезд на пешехода	Иное место	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.07.2020	16:05	Опрокидывание	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
22.07.2020	17:15	Съезд с дороги	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
19.07.2020	23:20	Столкновение	Перегон	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
14.07.2020	11:00	Столкновение(1погиб.)	Перегон	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
12.07.2020	00:10	Наезд на пешехода	Иное место	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение не включено
11.07.2020	16:20	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
03.07.2020	23:50	Столкновение(1погиб.)	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
31.08.2020	15:15	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
30.08.2020	13:20	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
22.08.2020	06:58	Съезд с дороги	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
13.08.2020	08:10	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
08.08.2020	17:45	Наезд на велосипедиста	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
03.08.2020	21:10	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
02.08.2020	16:40	Съезд с дороги	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.09.2020	15:20	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.09.2020	06:00	Наезд на пешехода	Иное место	Ясно	Сухое	Светлое время суток
22.09.2020	06:20	Столкновение	Перегон	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
21.09.2020	17:11	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
12.09.2020	19:55	Столкновение	Иное место	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
11.09.2020	18:15	Съезд с дороги(1погиб.)	Иное место	Ясно	Сухое	Светлое время суток
09.09.2020	04:40	Съезд с дороги	Перегон	Пасмурно	Сухое	Сумерки
08.09.2020	20:50	Столкновение(1погиб.)	Перегон	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
07.09.2020	14:35	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
02.09.2020	08:20	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
29.10.2020	10:48	Столкновение	Перегон	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
26.10.2020	13:40	Столкновение	Трогуар, пешеходная дорожка	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.10.2020	17:55	Съезд с дороги	Перегон	Ясно	Сухое	Сумерки
18.10.2020	19:40	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
17.10.2020	20:15	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
01.10.2020	06:45	Наезд на пешехода	Остановка маршрутного такси	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение включено

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
27.11.2020	07:05	Наезд на пешехода (1погиб.)	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
24.11.2020	07:30	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
09.11.2020	18:24	Столкновение	Перегон	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение отсутствует
02.11.2020	06:35	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
18.12.2020	12:40	Столкновение	Перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
12.12.2020	18:30	Столкновение	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Гололедица	В темное время суток, освещение включено
12.12.2020	19:40	Столкновение	Регулируемый перекресток	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
12.12.2020	19:30	Столкновение	Перегон	Пасмурно	Гололедица	В темное время суток, освещение включено
11.12.2020	07:05	Наезд на препятствие	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
04.12.2020	18:00	Столкновение(1погиб.)	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
03.12.2020	07:20	Столкновение	Перегон	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	Сумерки
22.01.2021	13:10	Съезд с дороги (1погиб.)	Перегон	Пасмурно	Мокрое	Светлое время суток
21.01.2021	08:10	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
20.01.2021	20:00	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
18.01.2021	07:47	Столкновение	Перегон	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
15.01.2021	10:10	Съезд с дороги	Перегон	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
12.01.2021	17:30	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
05.02.2021	07:35	Столкновение	Перегон	Пасмурно	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
01.02.2021	20:00	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
28.03.2021	13:30	Съезд с дороги	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.03.2021	16:50	Съезд с дороги	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
25.03.2021	10:55	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
20.03.2021	19:00	Съезд с дороги (1погиб.)	Тротуар, пешеходная дорожка	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
13.03.2021	11:00	Съезд с дороги	Перегон	Снегопад	Обработанное противогололедными материалами	Светлое время суток
12.03.2021	12:35	Наезд на пешехода	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	Светлое время суток
30.04.2021	18:50	Наезд на пешехода	Внутридворовая территория	Ясно	Сухое	Светлое время суток
30.04.2021	8:15	Наезд на пешехода	Иное место	Ясно	Сухое	Светлое время суток
22.04.2021	23:20	Съезд с дороги	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение отсутствует
12.04.2021	14:10	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
10.04.2021	20:00	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
06.04.2021	13:35	Наезд на стоящее ТС	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
05.04.2021	19:25	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Дождь	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
01.04.2021	13:15	Столкновение	Регулируемый перекресток	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
21.05.2021	7:30	Столкновение	Перегон	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
17.05.2021	9:30	Наезд на пешехода	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.05.2021	17:00	Наезд на пешехода	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
05.05.2021	15:20	Столкновение(1погиб.)	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
03.05.2021	19:35	Наезд на пешехода(1погиб.)	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
02.05.2021	16:20	Столкновение(1погиб.)	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
30.06.2021	17:42	Наезд на пешехода	Перегон	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
26.06.2021	17:50	Столкновение	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
17.06.2021	17:28	Столкновение(1погиб.)	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	Светлое время суток
13.06.2021	17:00	Столкновение	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
12.06.2021	12:40	Столкновение	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	Светлое время суток
09.06.2021	09:10	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
05.06.2021	19:55	Столкновение	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
31.07.2021	11:40	Съезд с дороги	Иное место	Ясно	Сухое	Светлое время суток
25.07.2021	19:55	Наезд на велосипедиста	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
19.07.2021	11:00	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
18.07.2021	22:10	Наезд на препятствие	АЗС	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
12.07.2021	11:15	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
11.07.2021	18:00	Съезд с дороги	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
09.07.2021	21:00	Съезд с дороги	Иное место	Ясно	Сухое	Светлое время суток
08.07.2021	17:35	Столкновение	Регулируемый перекресток	Ясно	Сухое	Светлое время суток
05.07.2021	22:00	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
29.08.2021	11:23	Столкновение	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
28.08.2021	09:15	Столкновение(1погиб.)	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
19.08.2021	10:50	Наезд на пешехода	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.08.2021	13:50	Съезд с дороги	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
06.08.2021	22:00	Столкновение	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
04.08.2021	15:33	Столкновение	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
26.09.2021	19:00	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Сумерки
18.09.2021	18:45	Столкновение	Иное место	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
09.09.2021	11:43	Столкновение	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
05.09.2021	13:10	Столкновение	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
04.09.2021	15:50	Съезд с дороги	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
25.10.2021	13:50	Столкновение	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	Светлое время суток
14.10.2021	08:05	Столкновение	Регулируемый перекресток	Дождь	Мокрое	Светлое время суток
11.10.2021	13:15	Столкновение	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	Светлое время суток
06.10.2021	17:05	Наезд на пешехода	Регулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Сухое	Светлое время суток
05.10.2021	09:15	Наезд на велосипедиста	Нерегул. пер.неравн. улиц (дорог)	Ясно	Сухое	Светлое время суток
18.11.2021	17:30	Наезд на пешехода	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
13.11.2021	17:30	Столкновение(1погиб.)	Перегон	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
11.11.2021	07:15	Наезд на пешехода	Регулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
08.11.2021	21:30	Столкновение	Регулируемый пешеходный переход	Ясно	Сухое	В темное время суток, освещение включено
03.11.2021	18:18	Наезд на пешехода	Регулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
24.12.2021	15:10	Столкновение	Иное место	Ясно	Заснеженное	Светлое время суток

Окончание таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
24.12.2021	15:25	Съезд с дороги	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
16.12.2021	14:08	Съезд с дороги	Перегон	Ясно	Сухое	Светлое время суток
15.12.2021	17:43	Наезд на велосипедиста	Перегон	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
10.12.2021	08:00	Наезд на пешехода	Нерегулируемый пешеходный переход	Пасмурно	Мокрое	В темное время суток, освещение включено
04.12.2021	18:50	Наезд на пешехода	Перегон	Пасмурно	Сухое	В темное время суток, освещение отсутствует
01.12.2021	16:01	Наезд на пешехода	Выезд с прилегающей территории	Ясно	Сухое	Светлое время суток

Таблица 7 – Основная информация о параметрах и инфраструктуре улиц ядра Белгородской городской агломерации с наиболее интенсивным движением ТС

Наименование улицы	Протяженность, км	Ширина ПЧ от, м	Ширина ПЧ до, м	Наличие гориз. разметки	Разреш. макс допуст. скорость, км/ч	Наличие тротуаров для пешех.	Понижение борт. камня	Вид маршру	Наличие выделен. полос для МПТ	Останов. комплекс	Стоянка/остановка ТС	Парковка	Кол. ПП	Кол. подземных переходов	Кол. надземных переходов	Кол. РПП	Кол. НПП	Кол. пересечений
пр. Ватутина	5	15	27	езде	60	есть	имеется	НГПТ	Нет	В карманах	Запрещена	Бесплатная	12	-	-	10	-	8
ул. Красноармейская	2,2	14	18	езде	60	есть	имеется	НГПТ	Нет	В карманах	Запрещена	Отсутствует	7	-	-	-	3	5
ул. Магистральная	4,2	12	14	езде	60	есть	имеется	НГПТ	Нет	В карманах	Разрешена	Бесплатная	9	1	-	2	-	4
ул. Студенческая	3,9	12	23	езде	60	есть	имеется	НГПТ	Нет	В карманах	Разрешена	Бесплатная	16	-	-	6	-	7
ул. Мичурина	3,5	12	22	езде	60	есть	имеется	НГПТ	Нет	В карманах	Разрешена	Бесплатная	24	-	-	13	-	12
пр. Белгородский	2,1	6	22	езде	40, 60	есть	имеется	НГПТ	Нет	В карманах	Разрешена	Бесплатная	13	-	-	10	-	9
ул. Вокзальная	0,8	14	21,5	частично	60	есть	имеется	НГПТ	Нет	В карманах	Разрешена	Бесплатная	15	-	-	6	-	10
ул. Калинина	2	15	18	частично	60	есть	имеется	НГПТ	Нет	В карманах	Разрешена	Бесплатная	15	-	-	6	-	10
ул. Преображенская	3,2	12	23	частично	60	есть	имеется	НГПТ	Нет	В карманах	Запрещена	Платная	22	-	-	16	-	11
пр. Славы	3,3	11	22	езде	60	есть	имеется	НГПТ	Нет	В карманах	Запрещена	Платная	27	-	-	21	-	15
ул. Николая Чумичова	1,6	5,4	22	частично	60	есть	имеется	нет	Нет	Отсутствуют	Запрещена	Платная	20	-	-	11	-	13
ул. Попова	2,5	9	22	частично	60	есть	имеется	НГПТ	Нет	В карманах	Запрещена	Платная	21	-	-	13	-	12
ул. Октябрьская	1,4	7	12	частично	60	есть	имеется	нет	Нет	Отсутствуют	Разрешена	Бесплатная	9	-	-	3	-	6
ул. Князя Трубецкого	1,3	7	26	частично	60	есть	имеется	НГПТ	Нет	В карманах	Запрещена	Платная	12	-	-	9	-	7
ул. Белгородского полка	1,2	14	26	частично	60	есть	имеется	НГПТ	Нет	В карманах	Запрещена	Платная	11	-	-	10	-	8
ул. Щорса	4,2	8	14	езде	60	есть	имеется	НГПТ	Есть	В карманах	Запрещена	Бесплатная	22	-	-	11	-	15
ул. Богдана Хмельницкого	8,5	14	30	езде	60	есть	имеется	НГПТ	Есть	В карманах	Запрещена	Отсутствует	23	5	1	15	-	13

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 1 – Результаты сглаженных значений y_t

Месяц	Годы														
	2017			2018			2019			2020			2021		
	Интенсивность движения ТС			Интенсивность движения ТС			Интенсивность движения ТС			Интенсивность движения ТС			Интенсивность движения ТС		
	дневная	ночная	суточная	дневная	ночная	суточная	дневная	ночная	суточная	дневная	ночная	суточная	дневная	ночная	суточная
январь	763758,3803	217043,323	980801,7033	764040,6731	218553,7475	982594,4206	764322,9658	220064,1721	984387,1379	764605,2586	221574,5966	986179,8552	764887,5513	223085,0212	987972,5725
февраль	763781,9047	217169,1917	980951,0964	764064,1975	218679,6162	982743,8137	764346,4902	220190,0408	984536,531	764628,783	221700,4654	986329,2483	764911,0757	223210,8899	988121,9656
март	763805,4291	217295,0604	981100,4895	764087,7219	218805,4849	982893,2068	764370,0146	220315,9095	984685,9241	764652,3074	221826,3341	986478,6414	764934,6001	223336,7586	988271,3587
апрель	763828,9535	217420,9291	981249,8826	764111,2463	218931,3537	983042,5999	764393,539	220441,7782	984835,3172	764675,8318	221952,2028	986628,0345	764958,1245	223462,6273	988420,7518
май	763852,4779	217546,7978	981399,2757	764134,7707	219057,2224	983191,993	764417,0634	220567,6469	984984,7103	764699,3562	222078,0715	986777,4276	764981,6489	223588,4961	988570,145
июнь	763876,0023	217672,6665	981548,6688	764158,2951	219183,0911	983341,3861	764440,5878	220693,5156	985134,1034	764722,8806	222203,9402	986926,8208	765005,1733	223714,3648	988719,5381
июль	763899,5267	217798,5352	981698,0619	764181,8194	219308,9598	983490,7792	764464,1122	220819,3844	985283,4966	764746,4049	222329,8089	987076,2139	765028,6977	223840,2335	988868,9312
август	763923,0511	217924,4039	981847,455	764205,3438	219434,8285	983640,1724	764487,6366	220945,2531	985432,8897	764769,9293	222455,6776	987225,607	765052,2221	223966,1022	989018,3243
сентябрь	763946,5755	218050,2727	981996,8482	764228,8682	219560,6972	983789,5655	764511,161	221071,1218	985582,2828	764793,4537	222581,5463	987375,0001	765075,7465	224091,9709	989167,7174
октябрь	763970,0999	218176,1414	982146,2413	764252,3926	219686,5659	983938,9586	764534,6854	221196,9905	985731,6759	764816,9781	222707,4151	987524,3932	765099,2709	224217,8396	989317,1105
ноябрь	763993,6243	218302,0101	982295,6344	764275,917	219812,4346	984088,3517	764558,2098	221322,8592	985881,069	764840,5025	222833,2838	987673,7863	765122,7953	224343,7083	989466,5036
декабрь	764017,1487	218427,8788	982445,0275	764299,4414	219938,3034	984237,7448	764581,7342	221448,7279	986030,4621	764864,0269	222959,1525	987823,1794	765146,3197	224469,577	989615,8967

Таблица 2 – Результаты расчета значений коэффициентов аналитического приближения тренда

Интенсивность движения ТС	μ	α_0	α_1	α_2	α_3	β_1	β_2	β_3
Суточная	1559,798938	985658,5	1182,487189	-2950,67	-587,361	1878,657	-1067,81	1053,845
Дневная (07:00 ч – 18:00 ч)	1144,1384	764737,2	1367,91876	-2725,06	-299,701	3073,872	-425,9977	1463,146
Ночная (19:00 ч – 06:00 ч)	415,66052	220831,3	-185,4315712	-225,614	-287,66	-1195,22	-641,8123	-409,301

Таблица 3 - Результаты расчета коэффициентов при прогнозировании интенсивности движения ТС

Интенсивность движения ТС	α_0	α_{k1}	α_{k2}	α_{k3}	β_{k1}	β_{k2}	β_{k3}	μ
Суточная	985751,1	6786,896	-22989,2	-18574	-25585,9	-13118,51	18857,2	1132,348

Таблица 4 – Результаты расчета для суточной интенсивности движения ТС в Белгородской городской агломерации

Интенсивность движения ТС, авт/мес	$\omega_1(t)$	y_i	$m_y(t)$	$y_i \cdot \cos$			$y_i \cdot \sin$		
				p=1 (k)	p=2 (k)	p=3 (k)	p=1 (k)	p=2 (k)	p=3 (k)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1008706	-26,5	985262,3333		985262,3333	985262,33	985262,33	0	0	0
864722	-25,5763	911609,3333	943705,6529	906620,4995	891708,6	867036,85	95240,992	189439,6	281564,7
861400	-24,7991	914044,3333	945447,8348	894090,4445	835099,98	739648,5	189945,57	371598	537026,2
1016011	-24,1517	914101,6667	947093,3406	869407,3238	739694,89	537648,76	282334,49	537059,9	739267
864894	-23,6076	1008597,333	948641,2301	921486,6063	675201,62	312284,74	410037,82	749247,2	959034,3
1144887	-23,1329	1028093,667	950101,2209	890491,6512	514519,44	818,69845	513810,48	890082,2	1028093
1074500	-22,6896	1129591,333	951492,5943	914070,0297	349747,25	-348036,2	663666	1074083	1074638
1169387	-22,2385	1061879,667	952842,0215	789394,3739	111781,53	-623199,1	710242,88	1055980	859774

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
941752	-21,7428	1039777,333	954180,5348	696074,9485	-107807,9	-840418,2	772409,59	1034173	612237,1
1008193	-21,1707	947918,3333	955539,9578	557538,7663	-292061,3	-901103,1	766615,74	901803,4	294214,8
893810	-20,4988	964351,3333	956949,1672	482618,9684	-481288,7	-964350,1	834896,66	835664,2	1535,877
991051	-19,7127	965335,3333	958430,5825	393152,1787	-645097,1	-918609,7	881648,27	718137,9	-296696
1011145	-18,8088	956260	959997,2587	296079,9112	-772913,8	-774703,4	909268,87	563060,8	-560596
866584	-17,7938	913669	961650,9015	190579,2105	-834164,4	-538570,4	893571,82	372774,4	-738060
863278	-16,6836	915460,6667	963381,0371	96368,34831	-895171,7	-284833,5	910374,3	191665,8	-870022
1016520	-15,5015	915420	965165,4501	728,9733975	-915418,8	-2186,918	915419,71	1457,946	-915417
866462	-14,2755	1010063	966971,8817	-104727,0323	-988346	309677,71	1004619,1	-208325	-961419
1147207	-13,0356	1030461,333	968760,8491	-213335,1985	-942128,3	603430,61	1008136,2	-417427	-835298
1077715	-11,8108	1131495,333	970489,335	-348622,7996	-916668,4	913488,57	1076449,6	-663326	-667698
1169564	-10,6262	1062833,333	972115,0013	-431313,6674	-712766,3	1009816,1	971382,12	-788403	-331491
941221	-9,50088	1040232,333	973600,5264	-519159,3603	-522028	1040227,1	901419,36	-899761	-3313,45
1009912	-8,44593	948745,3333	974917,6422	-556802,4586	-295189,6	903285,94	768172,33	-901654	290159
895103	-7,46407	965372,6667	976050,47	-645122,0593	-103151,3	782986,28	718165,66	-959846	564691,8
991103	-6,54954	966415	976997,815	-717396,1798	98670,453	570904,65	647534,3	-961365	779760,1
1013039	-5,68911	957326,6667	977774,1734	-773775,9619	293509,15	299308,2	563688,84	-911223	909334,3
867838	-4,86378	915129,6667	978409,3251	-791917,556	455459,53	3643,7017	458616,28	-793737	915122,4
864512	-4,05108	916738,6667	978946,5196	-836966,9731	611534,85	-279675,1	374026,83	-682960	873035,9
1017866	-3,22767	916801,6667	979439,3927	-871523,2143	740160,23	-535688,1	284556,82	-541007	744018,5
868027	-2,37196	1011706,667	979947,8782	-989284,6816	923012,58	-815827,9	211816,43	-414244	598310,3
1149227	-1,46651	1032231,333	980533,471	-1026409,33	1009009	-980226,6	109477,91	-217721	323507,8
1079440	-0,49999	1100182,333	981254,2663	-1100180,938	1100176,8	-1100170	1752,2086	-3504,41	5256,608
1071880	0,531597	1031725,333	982160,221	-1026249,529	1009880,2	-982791,2	-106155,9	211184,9	-313972
943856	1,624484	1008984,333	983289,0686	-987290,5605	923142,1	-819297,4	-208102,7	407256,7	-588898
1011217	2,767531	950210	984663,2562	-904216,443	770688,28	-562552	-292047,4	555822,5	-765790
895557	3,943465	966682	986288,1848	-883816,2129	649425,67	-303695,2	-391590,3	716045	-917738
993272	5,130784	968630,6667	988151,907	-839757,2199	487429,34	-5399,398	-482755,8	837053,2	-968616
1017063	6,306155	959898,6667	990226,3087	-777651,2328	300112,33	291385,89	-562729,1	911777,4	-914604
869361	7,447046	917380,6667	992469,6582	-682951,1433	99475,871	534839,98	-612507,2	911971,4	-745341
865718	8,53433	917957,3333	994830,2866	-615608,2901	-92268,48	739364,03	-680934,7	913308,4	-544046
1018793	9,554575	918259	997251,0542	-541276,0504	-280138,9	871536,85	-741768	874483,7	-289177
870266	10,50178	1013408	999674,194	-508566,5519	-502972	1013387,4	-876559,1	879781,2	-6455,99
1151165	11,37836	1033656	1002046,087	-422480,1445	-688300,3	985130,06	-943374,4	771159,8	312991,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1079537	12,1953	1100724,333	1004321,536	-342475,8572	-887610,6	894812,54	-1046090	650954,2	641018,4
1071471	12,97137	1032477,667	1006467,167	-216969,0548	-941288,1	612581,29	-1009423	424248,5	831116,3
946425	13,73153	1009941	1008463,649	-107913,4801	-986879,6	318812,16	-1004159	214591,4	958300,4
1011927	14,50468	951739,3333	1010306,57	-2273,684436	-951728,5	6821,0014	-951736,6	4547,356	951714,9
896866	15,32083	967854,3333	1012005,913	98817,40776	-947675,9	-292331,8	-962796,5	-196602	922650,6
994770	16,20816	972354,3333	1013584,218	199790,0474	-890252,4	-565631,1	-951607,5	-391054	790907,3
1025427	17,19011	965680	1015073,641	296070,2145	-784134,2	-776889,5	-919173,7	-563623	573568,3
876843	18,28283	928942,3333	1016512,215	375626,0374	-625166,9	-881209,6	-849611,1	-687095	293944,8
884557	19,49328	927870,6667	1017939,707	461800,7147	-468194,7	-927841,2	-804788,2	-801085	7388,805
1022212	20,81809	926108,3333	1019393,464	542322,2591	-290948,4	-883076,8	-750708,5	-879219	-279020
871556	22,24345	1017357,333	1020904,682	678655,2038	-111927,4	-827983,5	-757920,2	-1011182	-591151
1158304	23,74587	1037107,667	1022495,427	768765,5594	102601,36	-616657,2	-696126,3	-1032020	-833862
1081463	25,29399	1104274,333	1024176,713	891512,2773	335212,43	-350259,1	-651634,6	-1052167	-1047254
1073056	26,85102	1033805,333	1025947,776	893788,5809	511665,56	-9055,6	-519514,6	-898305	-1033766
946897	28,37782	1011298,667	1027796,62	922640,3508	672210,36	303917,98	-414077	-755552	-964551
1013943	29,83619	952918,3333	1029701,715	905383,9701	767523,19	553089,79	-297209	-564767	-775980
897915	31,19223	969331	1031634,687	947523,745	883083,19	778908,79	-204453,8	-399708	-576978
996135	32,41921	960427	1033563,666	954846,5459	938170,03	910591,25	-103383,2	-205565	-305358

Таблица 5 – Результаты расчетов точечного прогноза

Месяц	Точечный прогноз для интенсивности движения ТС		
	дневной	ночной	суточной
январь	801388,0	234069,0	1035457
февраль	803197,9	234088,7	1037287
март	804926,8	234104,8	1039032
апрель	806542,4	234137,8	1040680
май	808024,3	234206,6	1042231
июнь	809365,9	234327,5	1043693
июль	810573,9	234512,5	1045086
август	811667,6	234769,1	1046437
сентябрь	812675,8	235099,3	1047775
октябрь	813633,3	235500,1	1049133
ноябрь	814576,8	235963,9	1050541
декабрь	815540,5	236479,2	1052020

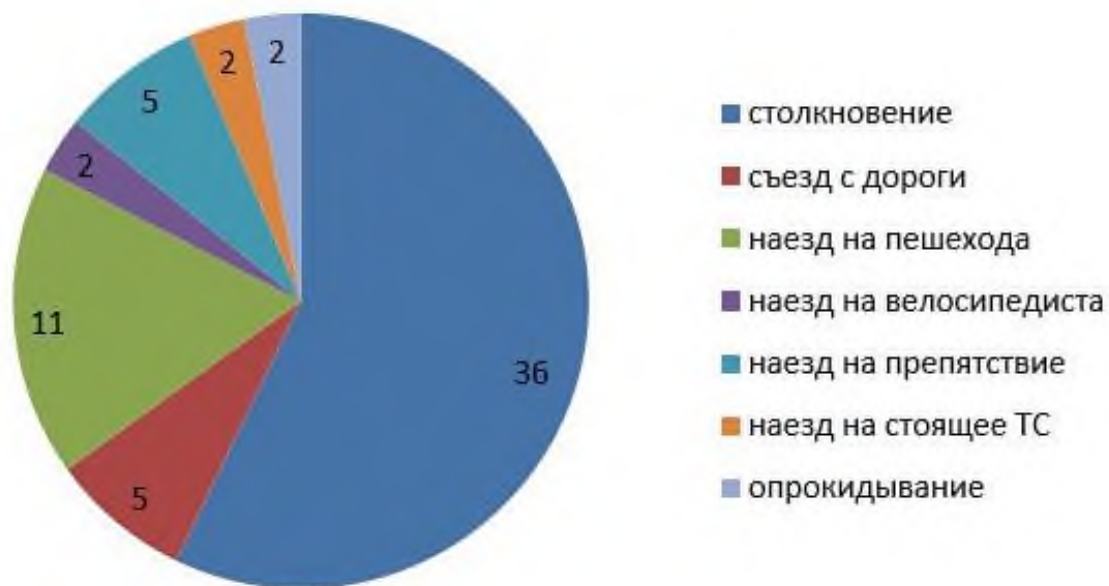
ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица 1 - Количество ДТП по дням недели за период 2018-2022 гг.,
произшедшие в различные временные интервалы по исследуемым
направлениям

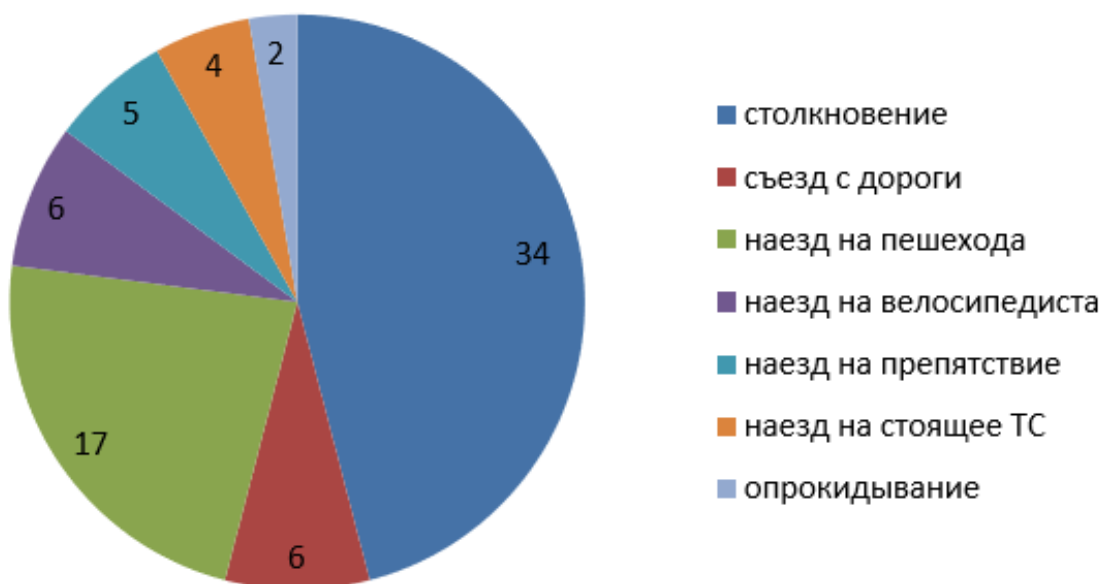
направление Майский								
диапазоны времени	дни недели							Итого
	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота	воскресенье	
06.00-10.00(1)	2	2	1	1	5	1	0	12
10.01-14.00(2)	2	0	2	0	3	2	3	12
14.01-18.00(3)	2	3	4	1	4	2	1	17
18.01-22.00(4)	3	2	3	4	2	4	1	19
22.01-02.00(5)	0	0	0	1	3	1	0	5
Итого	9	7	10	7	17	10	5	65
направление Стрелецкое								
диапазоны времени	дни недели							Итого
	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота	воскресенье	
06.00-10.00(1)	1	0	5	3	4	2	1	16
10.01-14.00(2)	0	2	0	3	4	2	0	11
14.01-18.00(3)	3	4	4	0	1	4	2	18
18.01-22.00(4)	4	1	5	4	3	4	2	23
22.01-02.00(5)	0	1	0	1	1	2	1	6
Итого	8	8	14	11	13	14	6	74
направление Северный								
диапазоны времени	дни недели							Итого
	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота	воскресенье	
06.00-10.00(1)	3	4	3	3	2	0	1	16
10.01-14.00(2)	1	3	3	5	2	6	3	23
14.01-18.00(3)	4	5	5	3	7	0	6	30
18.01-22.00(4)	7	5	3	5	1	4	1	26
22.01-02.00(5)	0	0	1	0	0	1	3	5
Итого	15	17	15	16	12	11	14	100
направление Разумное								
диапазоны времени	дни недели							Итого
	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота	воскресенье	
06.00-10.00(1)	11	8	4	13	11	3	2	52
10.01-14.00(2)	8	3	9	9	8	12	4	53
14.01-18.00(3)	9	8	10	8	11	14	18	78
18.01-22.00(4)	14	7	11	7	11	19	7	76
22.01-02.00(5)	3	1	1	1	1	1	6	14
Итого	45	27	35	38	42	49	37	273
направление Новосадовый								
диапазоны времени	дни недели							Итого
	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота	воскресенье	
06.00-10.00(1)	4	10	1	6	7	3	2	33
10.01-14.00(2)	4	3	3	4	8	5	5	32
14.01-18.00(3)	6	5	6	7	7	8	10	49
18.01-22.00(4)	7	4	5	5	3	9	5	38
22.01-02.00(5)	1	0	2	0	1	3	2	9
Итого	22	22	17	22	26	28	24	161

Таблица 2 - Количество ДТП по дням недели за период 2018-2022 гг., произошедшие в различные временные интервалы по исследуемым направлениям

направление Майский							
вид ДТП	дни недели						
	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота	воскресенье
количество ДТП/погибшие							
столкновение	6	4	4	5	8/1	5/2	4
съезд с дороги	1	1	2	0	0	0	1
наезд на пешехода	0	1	2	0	3	4	1
наезд на велосипедиста	1	0	0	1	0	0	0
наезд на препятствие	0	0	0	1	3/1	1	0
наезд на стоящее ТС	0	0	1	1	0	0	0
опрокидывание	0	0	0	0	2	0	0
иной вид ДТП	0	0	0	0	1	0	0
наезд на лицо, не являющееся участником	1/1	0	0	0	0	0	0
направление Стрелецкое							
вид ДТП	дни недели						
	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота	воскресенье
количество ДТП/погибшие							
столкновение	5/3	3/4	8/4	4	5/1	6	3
съезд с дороги	2	0	0	1	0	2/1	1/1
наезд на пешехода	0	4/1	3	3	4/1	2/1	1
наезд на велосипедиста	1	0	2	2	1/1	0	0
наезд на препятствие	0	0	1	1/1	1	2/1	0
наезд на стоящее ТС	0	0	0	0	2	1	1
опрокидывание	0	1/1	0	0	0	1	0
направление Северный							
вид ДТП	дни недели						
	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота	воскресенье
количество ДТП/погибшие							
столкновение	7/1	11/1	11/1	12/2	9	6	7/1
съезд с дороги	0	1	0	0	0	0	1
наезд на пешехода	5/1	4	3	1	2/1	2/1	4
наезд на велосипедиста	1/1	1	0	1	0	0	1
наезд на препятствие	0	1	1	0	1	0	0
наезд на стоящее ТС	2	0	0	2	0	0	1
опрокидывание	0	0	0	0	0	1	0
иной вид ДТП	0	0	0	0	0	1	0
направление Разумное							
вид ДТП	дни недели						
	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота	воскресенье
количество ДТП/погибшие							
столкновение	25/3	11/2	12/2	19/2	17/3	26/2	17/1
съезд с дороги	1	0	3	4	9/2	7/1	3
наезд на пешехода	10/2	9	15	9	15/2	12/2	3/1
наезд на велосипедиста	1	3	2	0	0	1	3/1
наезд на препятствие	4	2/1	3	2	1	3	8
наезд на стоящее ТС	0	1	0	1	1	0	0
опрокидывание	2/1	1	0	2	1	0	3/1
иной вид ДТП	0	0	0	1	0	0	0
направление Новосадовый							
вид ДТП	дни недели						
	понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота	воскресенье
количество ДТП/погибшие							
столкновение	12/2	14/2	10/1	14	13	14/4	14/3
съезд с дороги	1	1	1	1	4	4/1	2
наезд на пешехода	2/1	2	2/1	1	2	4/1	1
наезд на велосипедиста	1	0	1	0	0	0	0
наезд на препятствие	3/2	0	1	2	4	3	4
наезд на стоящее ТС	1	2	1	2	0	1	0
опрокидывание	2	3/1	1	2	1	1	1
иной вид ДТП	0	0	0	0	1	0	0

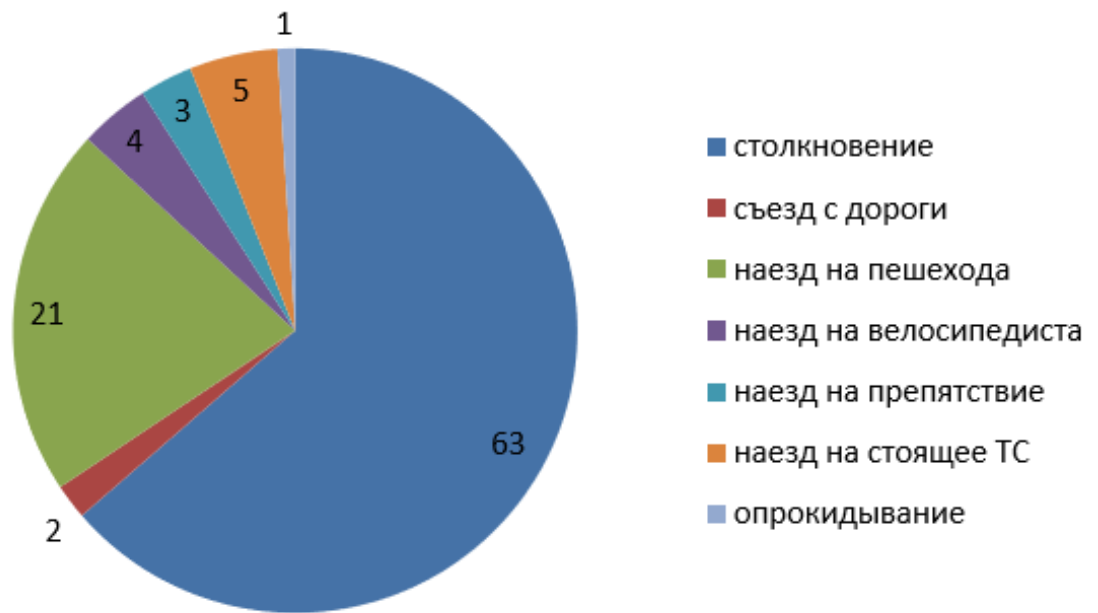


а)

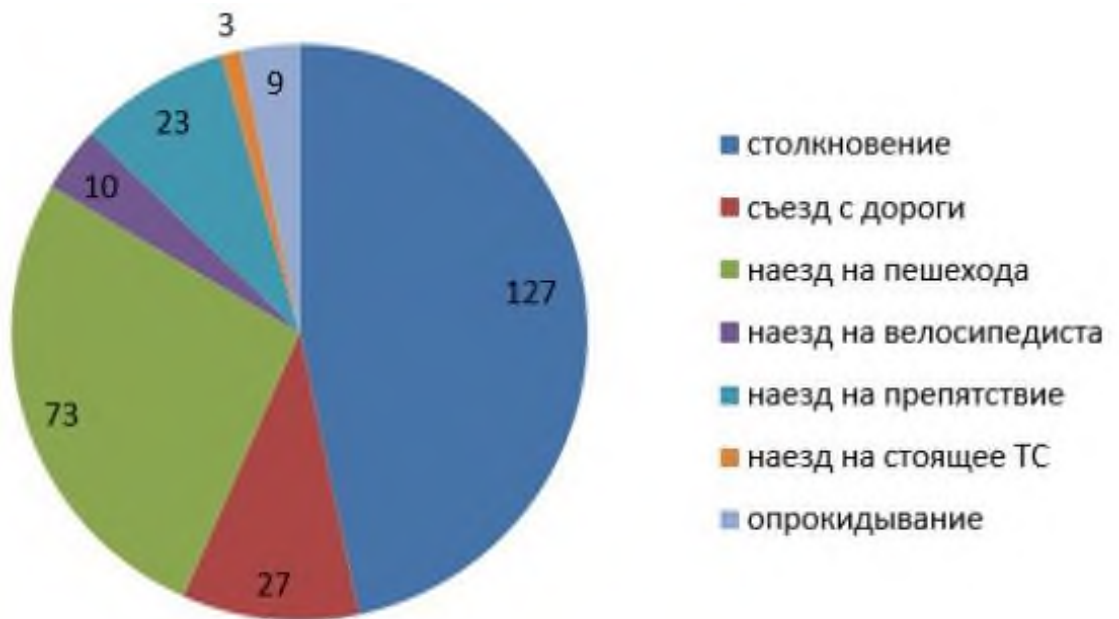


б)

Рисунок 1 – Соотношение количества видов ДТП на исследуемых участках УДС по направлениям: *а* – Майский; *б* – Стрелецкое; *в* – Северный; *г* – Разумное; *д* – Новосадовый (начало)

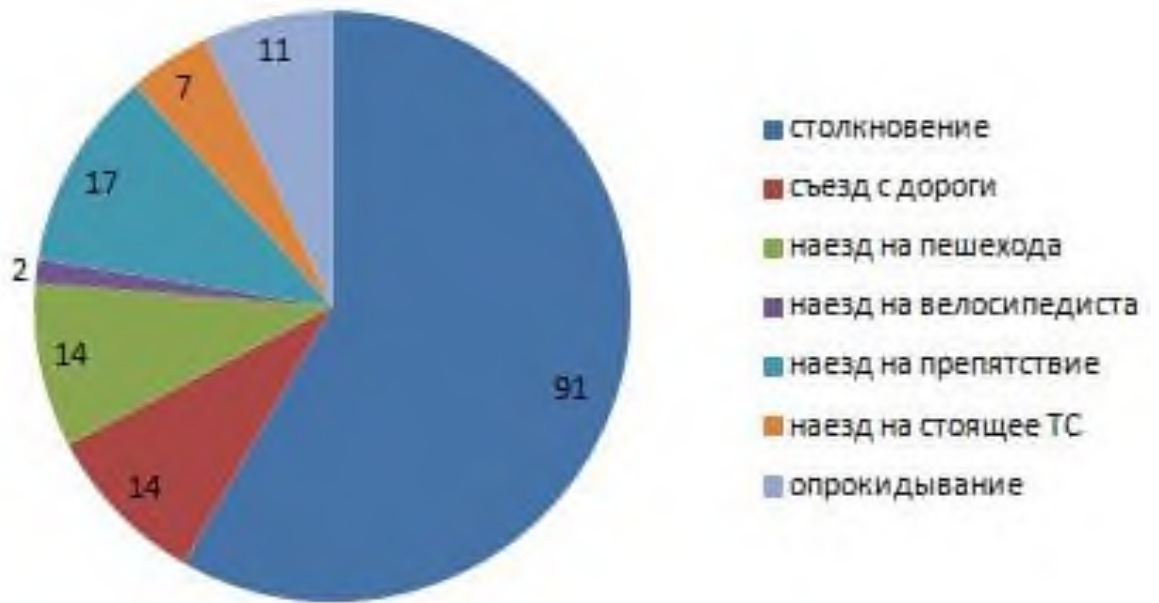


в)



г)

Рисунок 1 – Соотношение количества видов ДТП на исследуемых участках УДС по направлениям: а – Майский; б – Стрелецкое; в – Северный; г – Разумное; д – Новосадовый (продолжение)



д)

Рисунок 1 – Соотношение количества видов ДТП на исследуемых участках УДС по направлениям: *а* – Майский; *б* – Стрелецкое; *в* – Северный;

г – Разумное; *д* – Новосадовый (окончание)

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

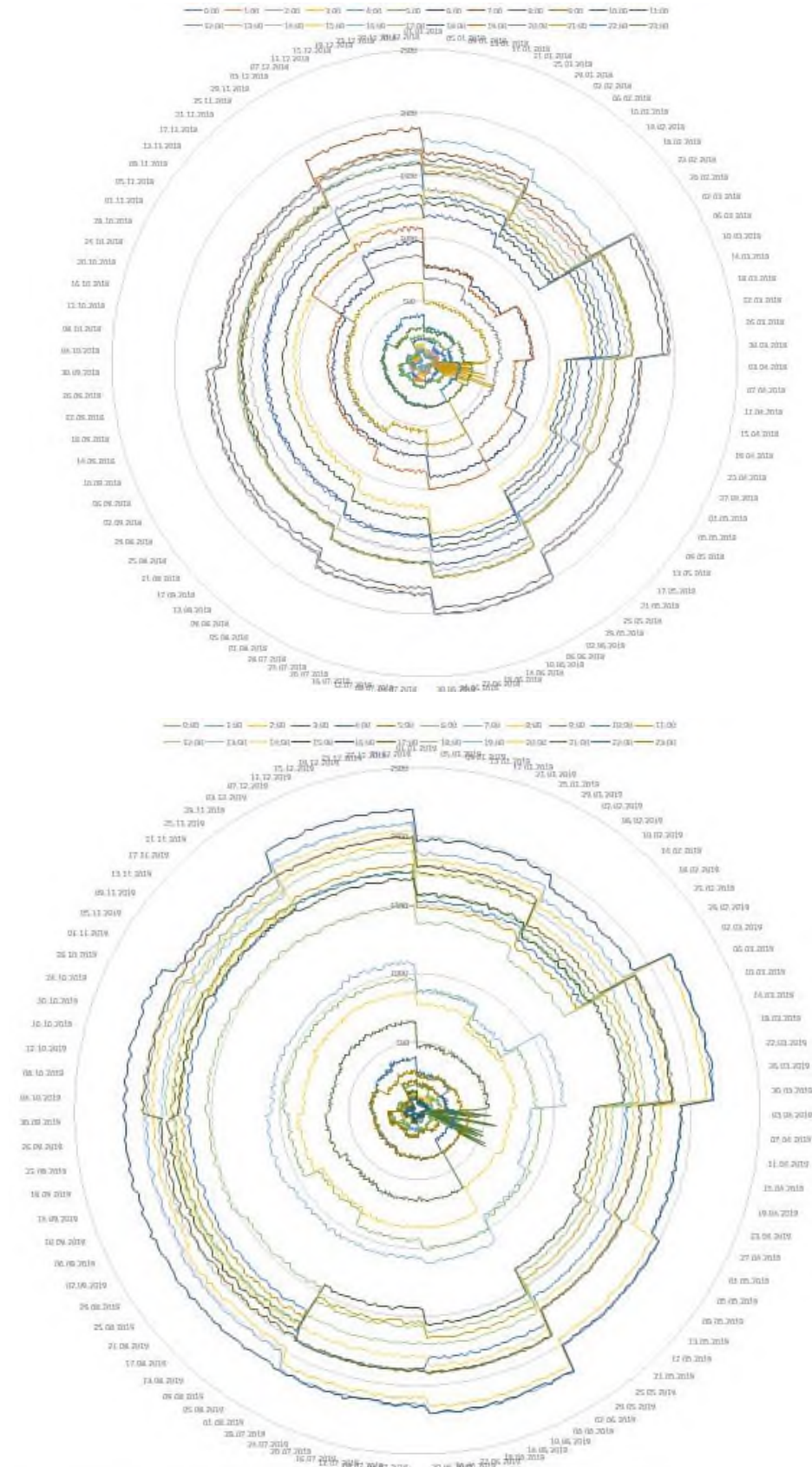


Рисунок 1– Интенсивность движения ТС за период 2018-2021 гг.
по направлению Разумное (начало)

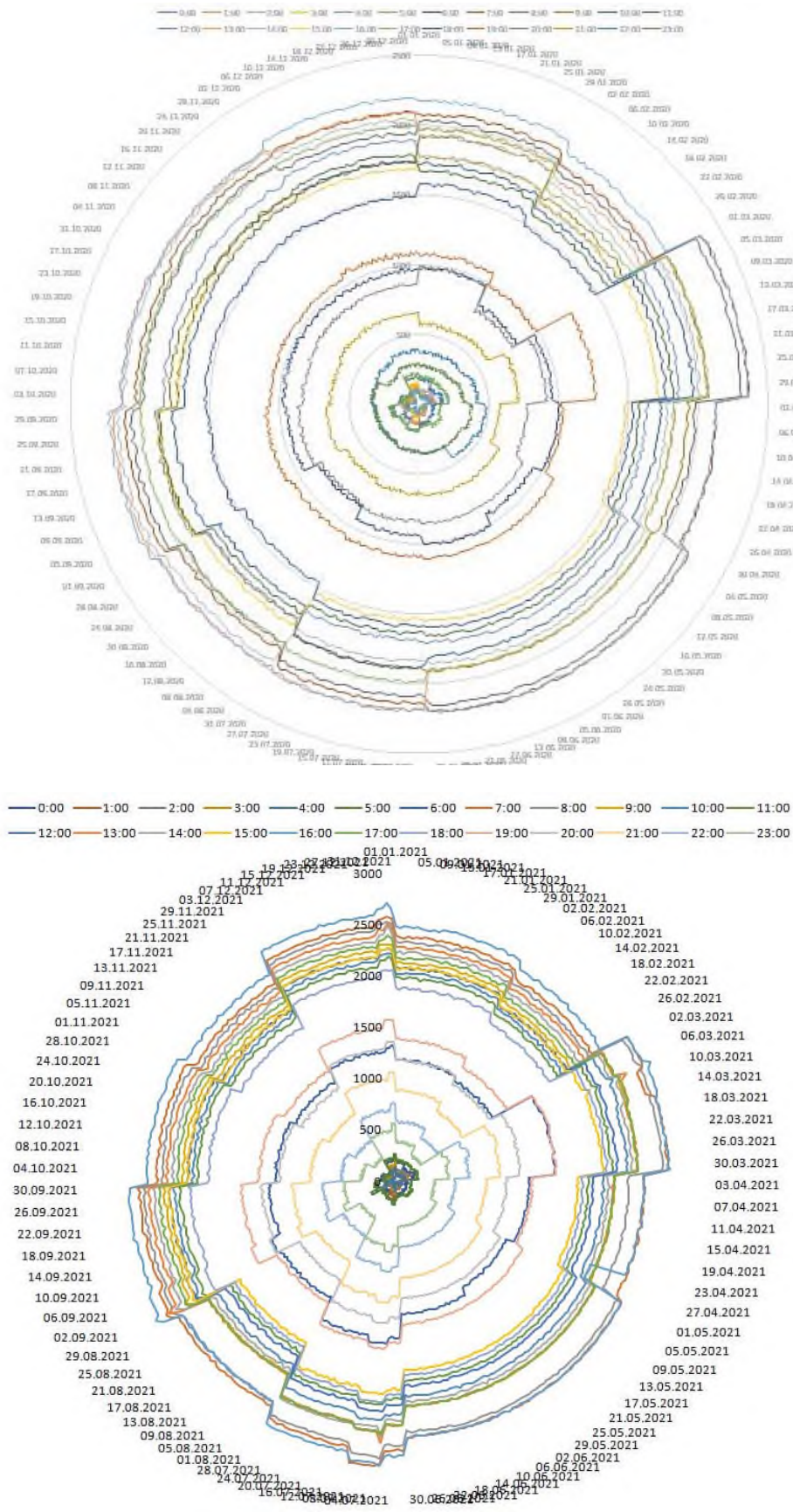


Рисунок 1 – Интенсивность движения ТС за период 2018-2021 гг.
по направлению Разумное (окончание)

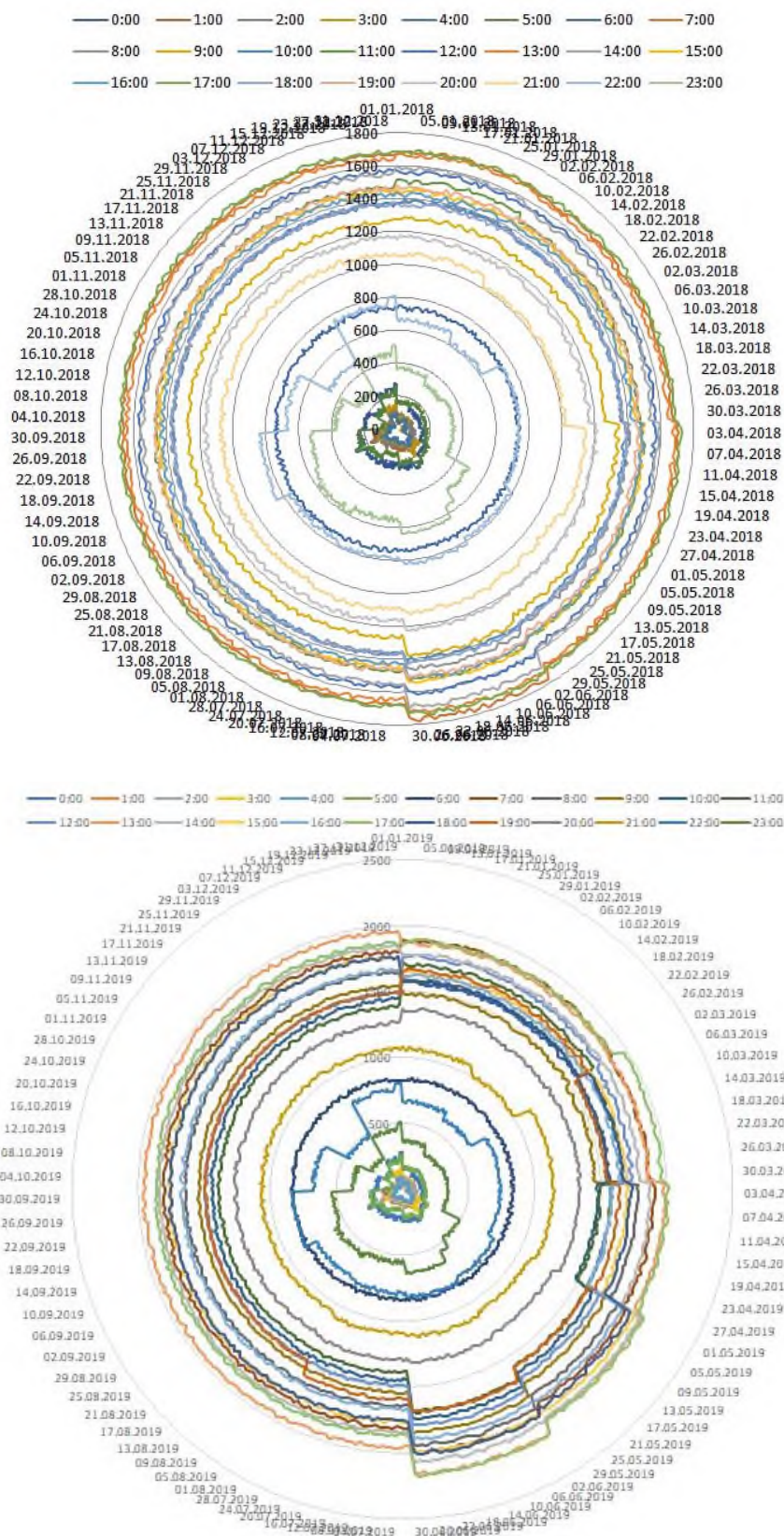


Рисунок 2– Интенсивность движения ТС за период 2018-2021 гг.

по направлению Северный (начало)

Продолжение приложения Г

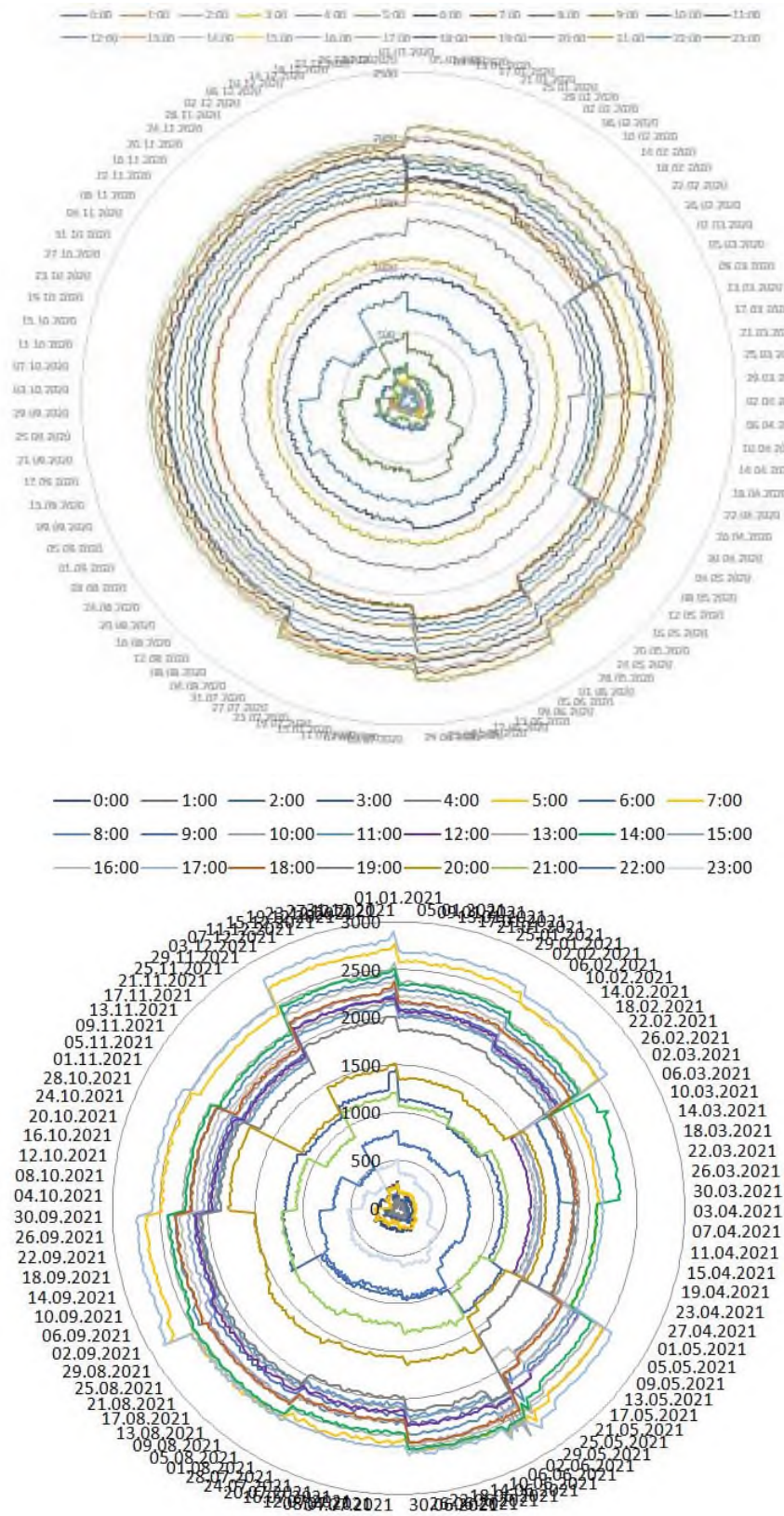


Рисунок 2– Интенсивность движения ТС за период с 2018 по 2022 гг.
по направлению Северный (окончание)

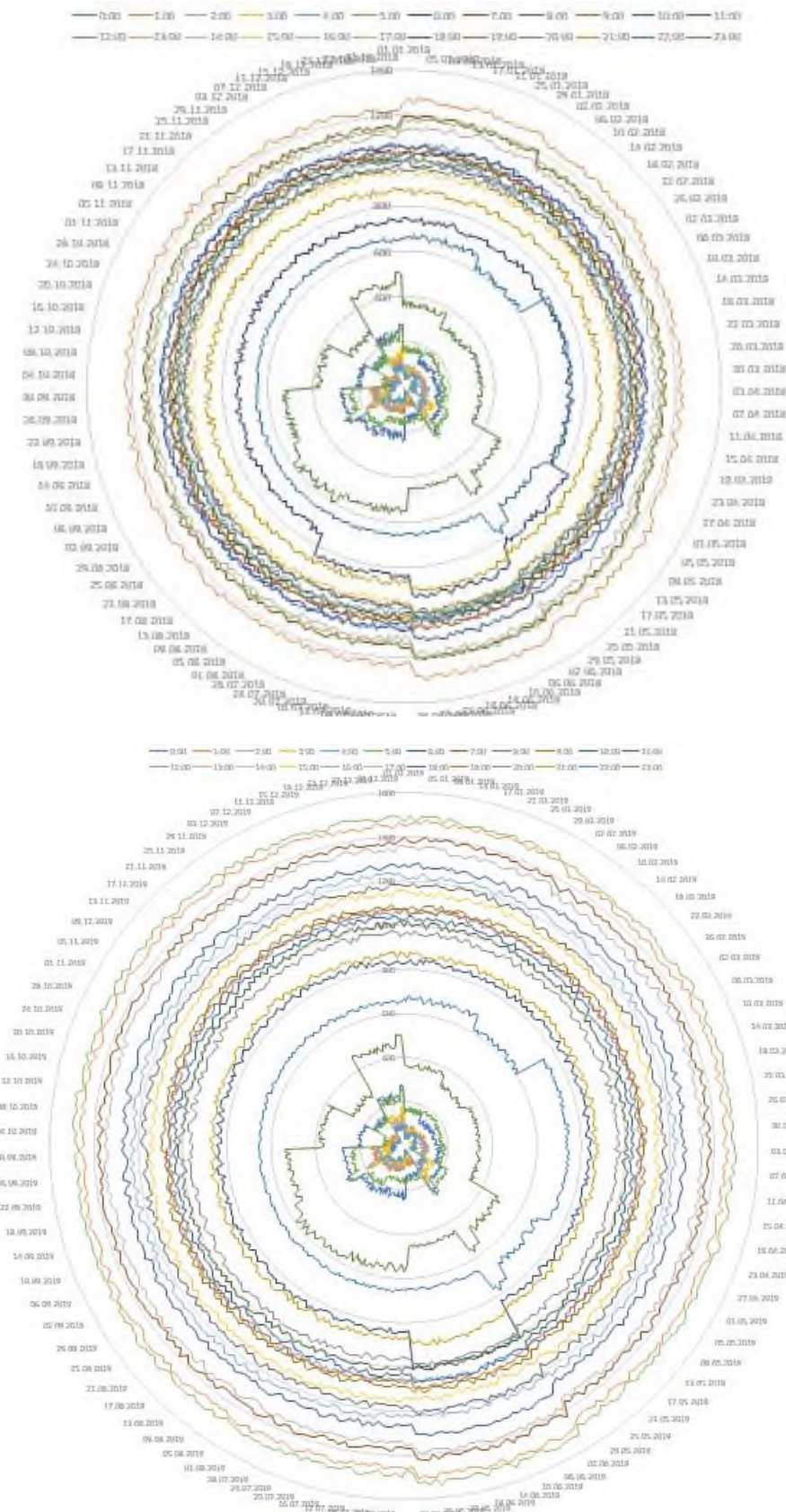


Рисунок 3– Интенсивность движения ТС за период с 2018 по 2022 гг.
по направлению Новосадовый (начало)

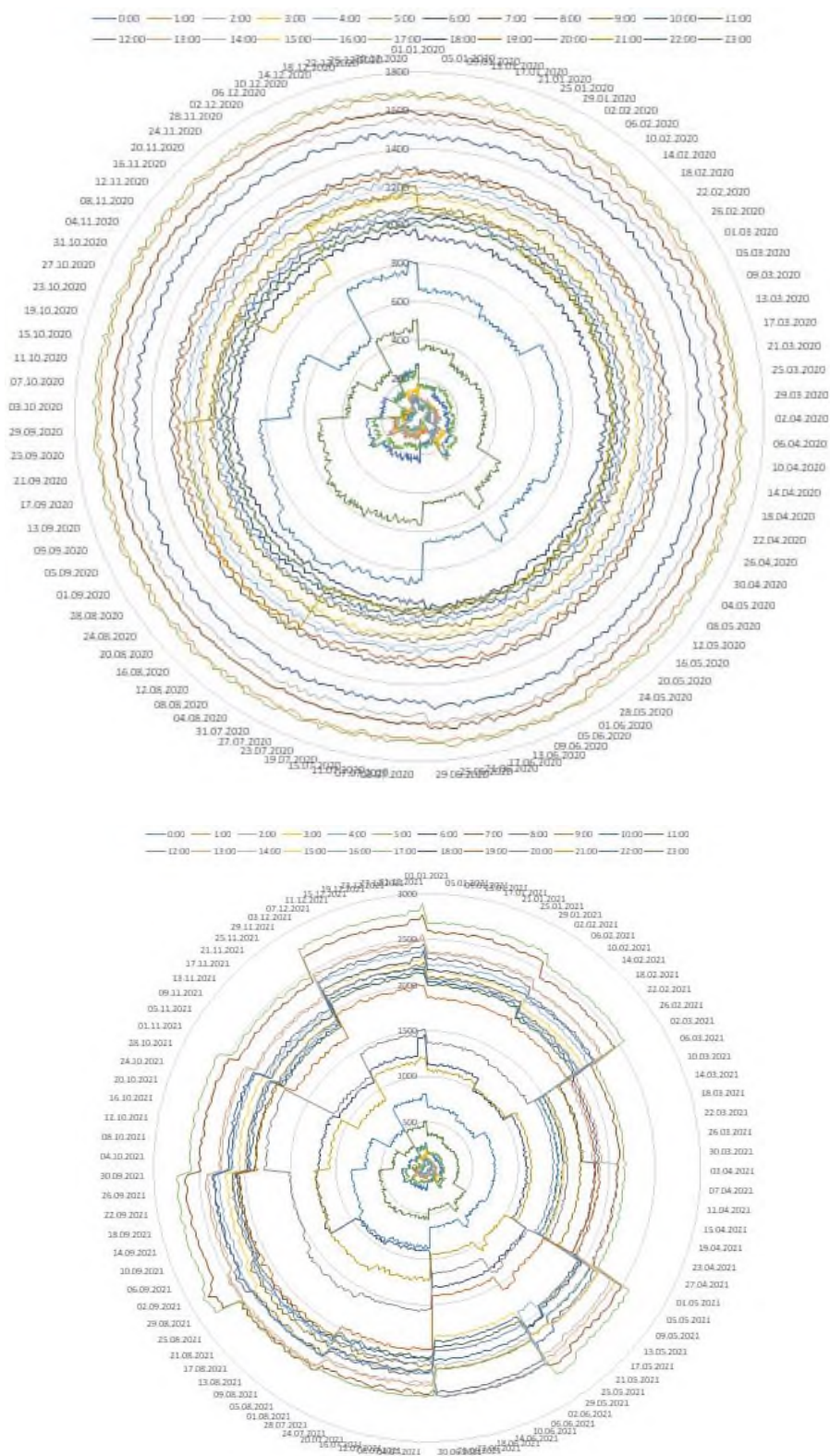


Рисунок 3 – Интенсивность движения ТС за период с 2018 по 2022 гг.
по направлению Новосадовый (окончание)

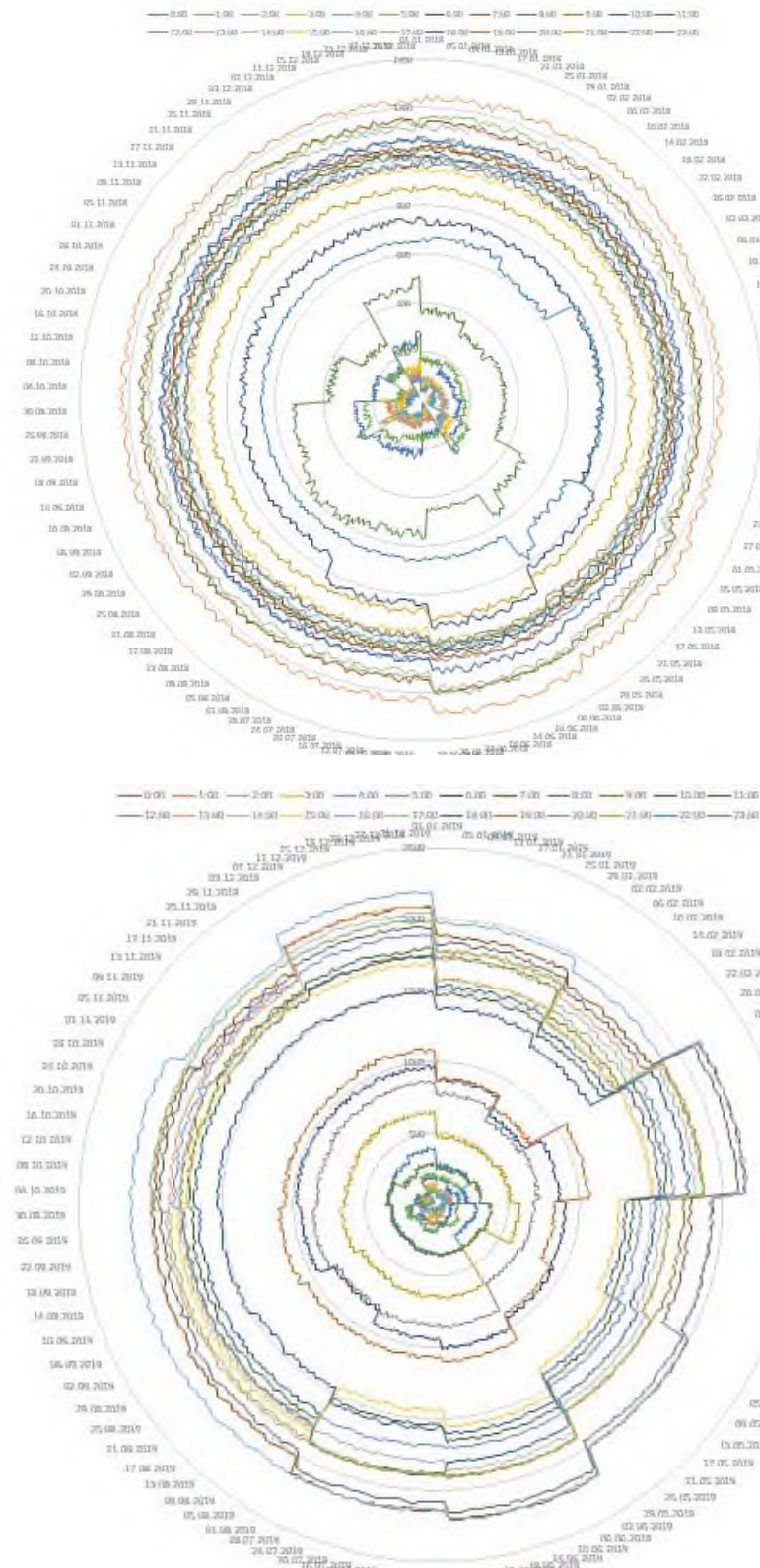


Рисунок 4 – Интенсивность движения ТС за период с 2018 по 2022 гг.
по направлению Стрелецкое (начало)

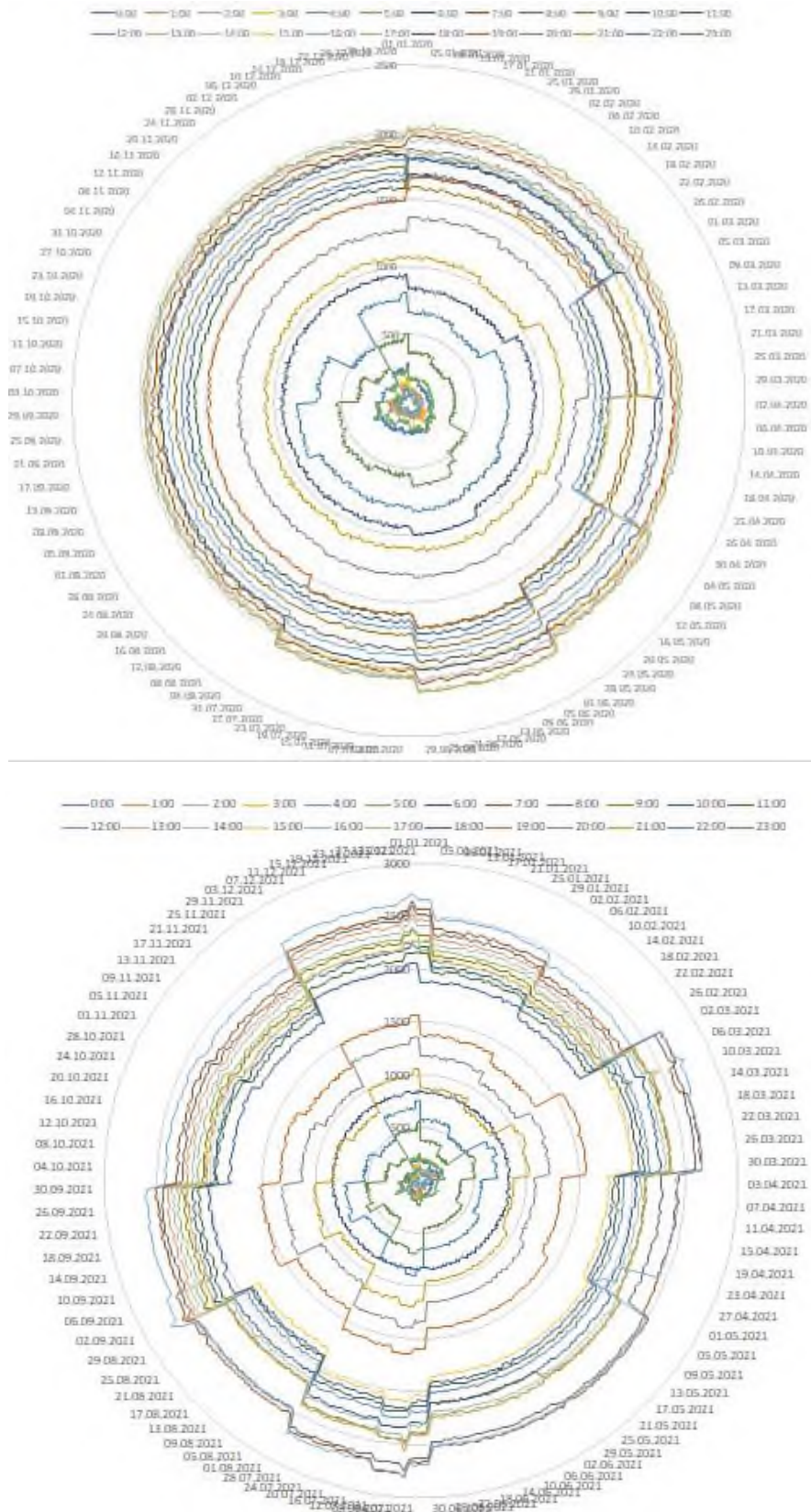


Рисунок 4 – Интенсивность движения ТС за период с 2018 по 2022 гг.
по направлению Стрелецкое (окончание)

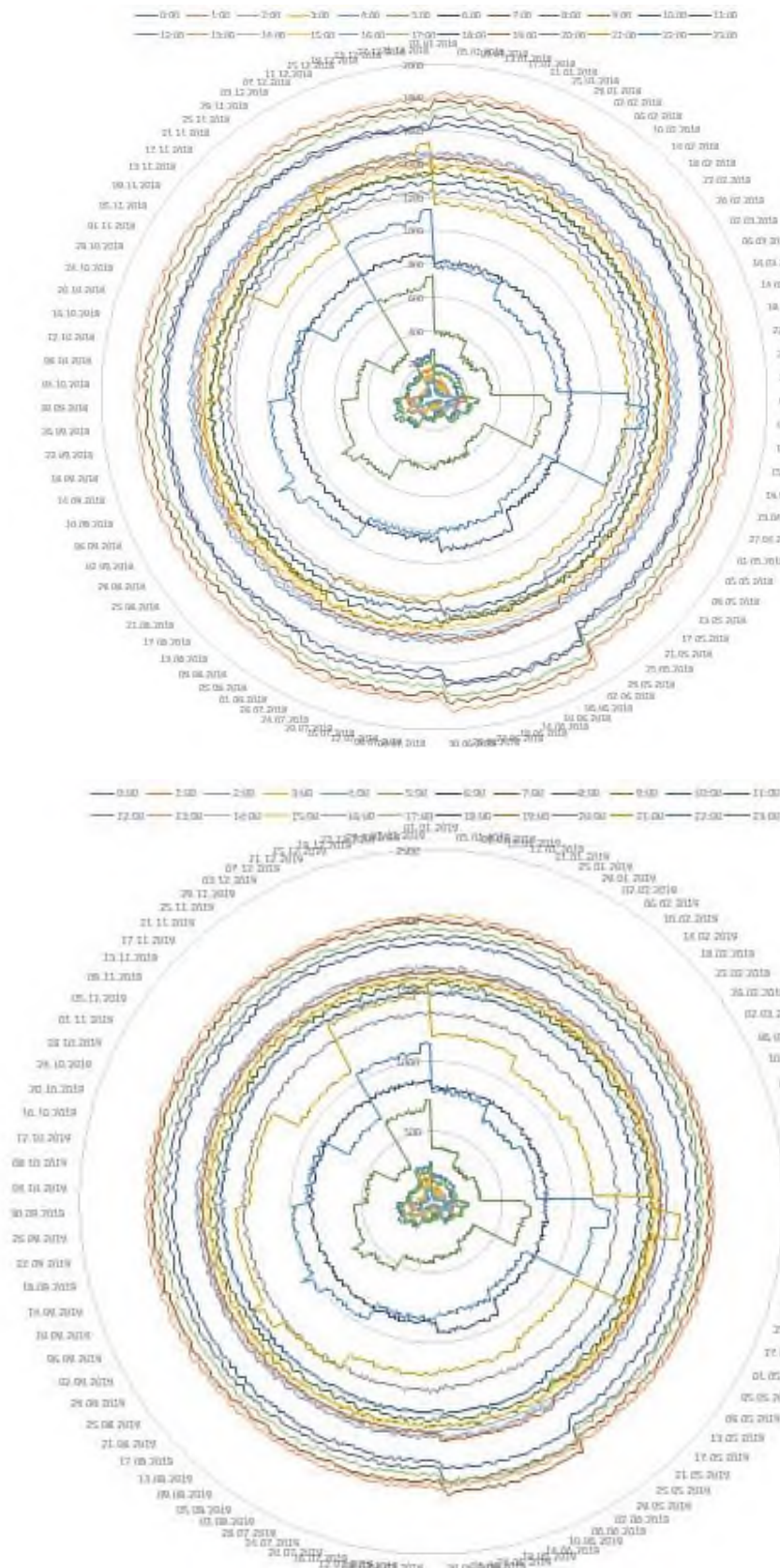


Рисунок 4 – Интенсивность движения ТС за период с 2018 по 2022 гг.
по направлению Майский (начало)

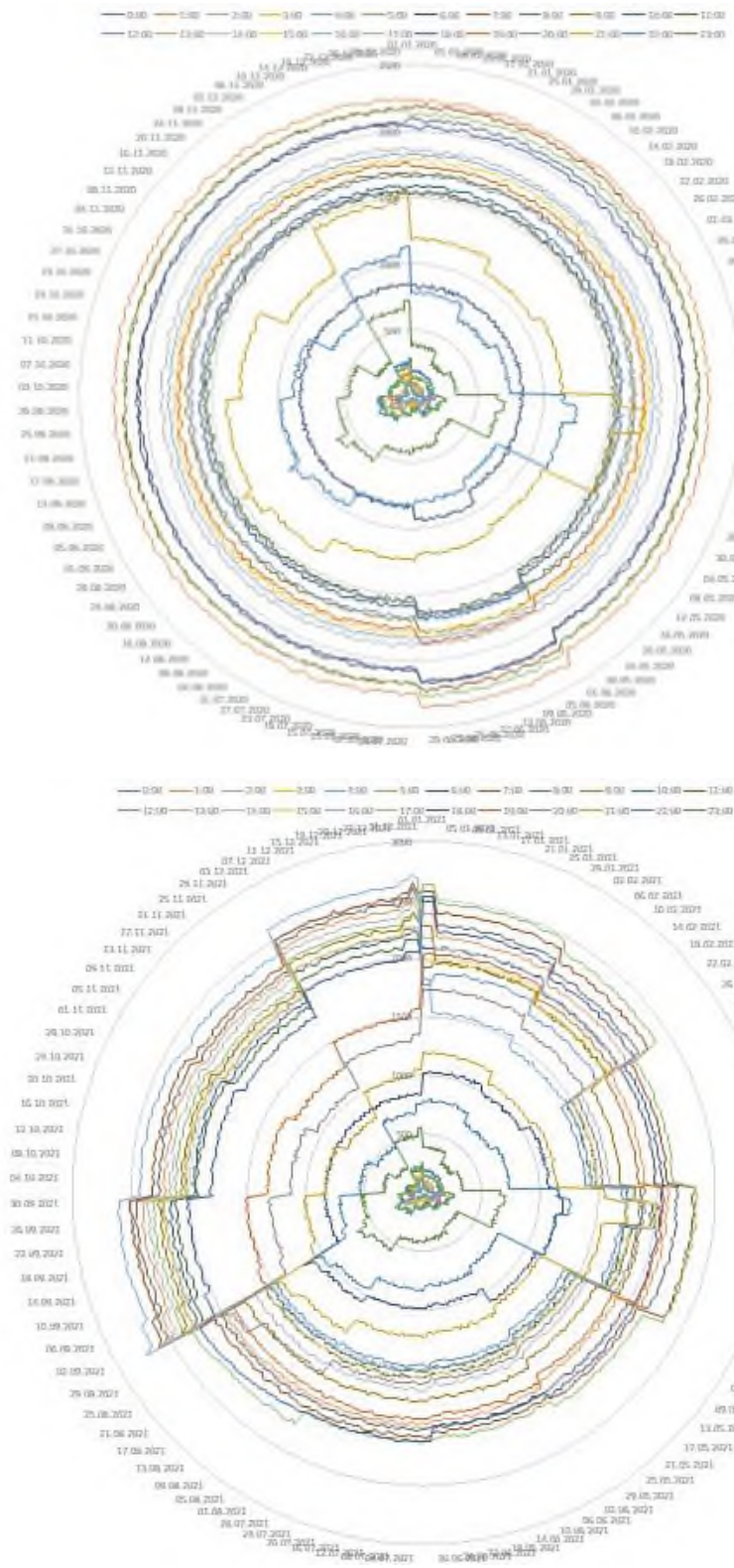


Рисунок 4 – Интенсивность движения ТС за период с 2018 по 2022 гг.
по направлению Майский (окончание)

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Таблица 1 – Обучающие данные для построения нейронечеткой модели

№	Входные переменные, x				Выходная переменная, y
	первая	вторая	третья	четвертая	
1	323	347	382	451	306
2	306	323	347	382	293
3	293	306	323	347	283
4	283	293	306	323	273
5	273	283	293	306	266
6	266	273	283	293	258
7	258	266	273	283	247
8	247	258	266	273	237
9	237	247	258	266	227
10	227	237	247	258	212

Таблица 2 – База правил системы нечеткого вывода

№ п/п правил	Входные лингвистические переменные			Выходная лингвистическая переменная
	β_1	β_2	β_3	
1	2	3	4	5
1	VS	NS	S	S
2	VS	Z	S	S
3	VS	PS	S	VS
4	S	NS	M	S
5	S	Z	M	S
6	S	PS	M	S
7	M	NS	B	M
8	M	Z	B	B
9	M	PS	B	S
10	B	NS	S	VS
11	B	Z	S	VS
12	B	PS	S	VS
13	VB	NS	M	M
14	VB	Z	M	S
15	VB	PS	M	S
16	VS	NS	B	VB
17	VS	Z	B	VB
18	VS	PS	B	M
19	S	NS	S	S
20	S	Z	S	S
21	S	PS	S	VS
22	M	NS	M	M
23	M	Z	M	M
24	M	PS	M	S
25	B	NS	B	B
26	B	Z	B	B
27	B	PS	B	M
28	VB	NS	S	S
29	VB	Z	S	S
30	VB	PS	S	VS

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5
31	VS	NS	M	M
32	VS	Z	M	M
33	VS	PS	M	S
34	S	NS	B	VB
35	S	Z	B	VB
36	S	PS	B	M
37	M	NS	S	S
38	M	Z	S	S
39	M	PS	S	VS
40	B	NS	M	M
41	B	Z	M	M
42	B	PS	M	S
43	VB	NS	B	VB
44	VB	Z	B	VB
45	VB	PS	B	M

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Акты внедрения

УТВЕРЖДАЮ
Начальник Управления Госавтоинспекции
УМВД России по Белгородской области


Толстой О.В.
« 4 » 12 2023 г.

АКТ

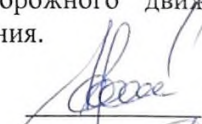
внедрения результатов диссертационного исследования
«Научные основы повышения безопасности дорожного движения
в городских агломерациях» соискателя к.т.н., доцента Кущенко Л.Е.

В результате выполнения диссертационного исследования доцентом кафедры эксплуатации и организации движения автотранспорта БГТУ имени В.Г. Шухова, к.т.н., доцентом Кущенко Л.Е. на тему «Научные основы повышения безопасности дорожного движения в городских агломерациях» произведена обработка массива статистических данных о произошедших дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) на территории Белгородской городской агломерации, установлены зависимости между количеством ДТП и условиями движения, выявлены характерные часы суток с наибольшим количеством ДТП, осуществлен прогноз количества ДТП.

Комиссия в составе: Лесной А.А. – заместитель начальника отдела надзора Управления Госавтоинспекции УМВД России по Белгородской области, Решетников А.А. - старший государственный инспектор отдела надзора Управления Госавтоинспекции УМВД России по Белгородской области, Малахов А.Н. - государственный инспектор отдела надзора Управления Госавтоинспекции УМВД России по Белгородской области подтверждает настоящим актом применение вышеуказанных результатов для разработки правоприменительных мер, направленных на обеспечение безопасности дорожного движения в местах повышенной аварийности, концентрации ДТП и «узких» местах.

Применение аналитических зависимостей, научных основ прогнозирования количества ДТП, разработанных Кущенко Л.Е., позволит оказывать воздействие на участников дорожного движения с целью обеспечения безопасности дорожного движения.

Председатель комиссии:


Лесной А.А.

Члены комиссии:


Решетников А.А.

Малахов А.Н.



**МИНИСТЕРСТВО
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
И ТРАНСПОРТА
БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Преображенская ул., 19, г. Белгород, 308000
тел. (4722) 33-50-76, факс (4722) 32-62-77
e-mail: mintrans@belregion.ru
http:// mintrans31.ru

№ _____
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

**Первый заместитель
министра автомобильных
дорог и транспорта
Белгородской области**

Рогов А.А.

2023 г.




АКТ

**о внедрении результатов диссертационной работы «Научные основы
повышения безопасности дорожного движения
в городских агломерациях»**

Комиссия в составе: Звягинцева А.Н. – начальник отдела развития дорожной инфраструктуры, Дик М.Ю. – консультант отдела развития дорожной инфраструктуры, Михеенко А.А. – консультант отдела развития дорожной инфраструктуры составила настоящий акт о том, что результаты диссертационного исследования доцента кафедры «Эксплуатация и организация движения автотранспорта» БГТУ им. В.Г. Шухова, канд. техн. наук, доцента Кущенко Л.Е. на тему «Научные основы повышения безопасности дорожного движения в городских агломерациях» использованы в работе Министерства автомобильных дорог и транспорта Белгородской области при подготовке документов:

- программы комплексного развития транспортной инфраструктуры Белгородской области;
- государственной программы Белгородской области «Совершенствование и развитие транспортной системы и дорожной сети Белгородской области»;
- регионального проекта «Безопасность дорожного движения» в рамках федерального проекта «Безопасные качественные дороги».

Председатель комиссии:

 **Звягинцев А.Н.**

Члены комиссии:

 **Дик М.Ю.**
 **Михеенко А.А.**

Продолжение приложения Е



УТВЕРЖДАЮ
 Главный инженер МБУ «УБГБ»
 Рыжков Д.С.
 2023 г.

АКТ

внедрения результатов диссертационного исследования
 «Научные основы повышения безопасности дорожного движения
 в городских агломерациях» соискателя к.т.н., доцента Кущенко Л.Е.

Мы нижеподписавшиеся, комиссия в составе:

Начальник ЦОДД Кузьминов Д.В.

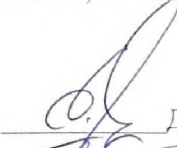
Зам. начальника ЦОДД Галюзин А.И.

Зам начальника СМЭС Черненко Н.Е.

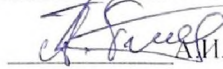
Составили настоящий акт, согласно которому сотрудниками ЦОДД МБУ «УБГБ» администрации города Белгорода в результате выполненного диссертационного исследования доцентом кафедры эксплуатации и организации движения автотранспорта БГТУ имени В.Г. Шухова, к.т.н., доцентом Кущенко Л.Е. на тему «Научные основы повышения безопасности дорожного движения в городских агломерациях» были получены результаты циклов светофорного регулирования для движения пешеходного потока на пешеходных переходах Белгородской городской агломерации (в том числе пешеходных переходов с вызывной кнопкой), базирующиеся на обучении сверточной нейронной сети с распознаванием лиц пешеходов, учитывающей разнородность состава пешеходного потока и скорость движения пешеходов, а также принятия решения в режиме реального времени.

Применение программы расчета циклов светофорного регулирования для пешеходного потока, разработанной Кущенко Л.Е., способствует повышению пропускной способности дороги, снижению времени нахождения в пути транспортных средств и пассажиров, улучшению экологии за счет уменьшения выбросов вредных веществ и шумового воздействия, а также обеспечению безопасности дорожного движения.

Председатель комиссии:


 Д.В. Кузьминов

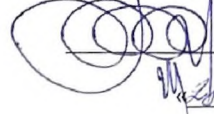
Члены комиссии:


 А.И. Галюзин


 Н.Е. Черненко

Продолжение приложения Е

УТВЕРЖДАЮ
Начальник Госавтоинспекции ОМВД России
по Борисовскому району
Белгородской области
майор полиции

 Прокопенко А.М.
« 28 » ноября 2023 г.

АКТ

внедрения результатов диссертационного исследования
«Научные основы повышения безопасности дорожного движения
в городских агломерациях» соискателя к.т.н., доцента Кущенко Л.Е.

В результате выполнения диссертационного исследования доцентом кафедры эксплуатации и организации движения автотранспорта БГТУ имени В.Г. Шухова, к.т.н., доцентом Кущенко Л.Е. на тему «Научные основы повышения безопасности дорожного движения в городских агломерациях» произведена обработка статистических данных о совершенных дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) в Белгородской городской агломерации, установлены зависимости между количеством ДТП и условиями движения, выявлены характерные часы суток с наибольшим количеством ДТП, осуществлен прогноз количества ДТП.

Комиссия в составе: Кондратенко И.А. – инспектор дорожного надзора ОГИБДД ОМВД по Борисовскому району, подтверждает настоящим актом использование научных основ для разработки правоприменительных мер, направленных на обеспечение безопасности дорожного движения в местах концентрации ДТП, повышенной аварийности и «узких» местах.

Применение математической модели прогнозирования количества ДТП, разработанной Кущенко Л.Е., позволит своевременно провести организационно-технические мероприятия в Белгородской городской агломерации и усилить контроль за участниками дорожного движения с целью обеспечения безопасности дорожного движения и достижения критерия «нулевой смертности».

Председатель комиссии:
ГИ ДН ОГИБДД ОМВД
по Борисовскому району
лейтенант полиции





И.А. Кондратенко



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
 УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»
 (БГТУ им. В.Г. Шухова)

Костюкова ул., д.46, Белгород, 308012, тел.(4722)54-20-87, факс (4722)55-71-39.
 E-mail: rector@intbel.ru, <http://www.bstu.ru>



УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

Евтушенко Е.И.

2023 г.

АКТ

внедрения результатов научно-исследовательской работы в учебный процесс

Комиссия в составе: Поляков В.М. – проректор по цифровой трансформации и образовательной деятельности; Новиков И.А. – директор транспортно-технологического института; Загородний Н.А. – заведующий кафедрой эксплуатации и организации движения автотранспорта, настоящим актом подтверждают внедрение результатов научно-исследовательской работы на тему: «Научные основы повышения безопасности дорожного движения в городских агломерациях» (автор Кушченко Л.Е., канд. техн. наук, доцент) в учебный процесс кафедры «Эксплуатация и организация движения автотранспорта» для преподавания дисциплин «Организация дорожного движения», «Информационные технологии на транспорте», «Технические средства организации дорожного движения» у студентов направления подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов», «Организация и безопасность дорожного движения» у студентов направления подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Председатель комиссии:

Поляков В.М.

Члены комиссии:

Новиков И.А.

Загородний Н.А.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Объекты интеллектуальной собственности

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации программы для ЭВМ
№ 2016612295

**Программа прогнозирования заторовых состояний
транспортного потока на участке улично-дорожной сети**

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (RU)*

Авторы: *Куценко Лилия Евгеньевна (RU), Новиков Иван Алексеевич (RU), Солдатенков Алексей Сергеевич (RU)*

Заявка № **2015663224**
Дата поступления **31 декабря 2015 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ **20 февраля 2016 г.**



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г. П. Малиев Г.П. Малиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации программы для ЭВМ
№ 2020614883

**«Программа для расчета степени сложности пересечения
на улично-дорожной сети»**

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования «Белгородский
государственный технологический университет им. В.Г.
Шухова» (RU)*

Авторы: *Куценко Лилия Евгеньевна (RU), Куценко Сергей
Викторович (RU), Днистренко Никита Сергеевич (UA)*

Заявка № **2020613904**
Дата поступления **03 апреля 2020 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ **29 апреля 2020 г.**



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Г.П. Ивлиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации программы для ЭВМ
№ 2020665509

«Программа расчета оптимального цикла светофорного регулирования»

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (RU)*

Авторы: *Бондарь Алексей Сергеевич (RU), Боровской Алексей Евгеньевич (RU), Головкин Михаил Валерьевич (RU), Куценко Лилия Евгеньевна (RU)*

Заявка № **2020664362**
Дата поступления **16 ноября 2020 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ **27 ноября 2020 г.**



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Излев Г.П. Излев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2021616180

«Программа для расчета уровня удобства дорожного движения»

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (RU)*

Автор(ы): *Кущенко Лилия Евгеньевна (RU)*

Заявка № 2021615414

Дата поступления 12 апреля 2021 г.

Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ 19 апреля 2021 г.



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Г.П. Исков

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2023611042**«Программа статистической оценки дорожно-транспортной ситуации на основании выборочных данных количества дорожно-транспортных происшествий»**

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (RU)*

Автор(ы): *Куценко Лилия Евгеньевна (RU)*

Заявка № **2022686643**Дата поступления **29 декабря 2022 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ **16 января 2023 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2023619305

**«Программа выбора оптимального решения вида
транспортного узла с применением технических средств
организации дорожного движения на основании
нечетких множеств»**

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова» (RU)*

Автор(ы): *Кущенко Лилия Евгеньевна (RU)*

Заявка № **2023618283**

Дата поступления **25 апреля 2023 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ **10 мая 2023 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 206112

**СКЛАДЫВАЮЩАЯСЯ ИСКУССТВЕННАЯ
НЕРОВНОСТЬ ДЛЯ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО
СНИЖЕНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ
АВТОМОБИЛЕЙ**

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (RU)*

Авторы: *Куценко Лилия Евгеньевна (RU), Куценко Сергей Викторович (RU), Новиков Иван Алексеевич (RU), Бровкина Юлия Игоревна (RU)*

Заявка № 2021111018

Приоритет полезной модели 19 апреля 2021 г.

Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации 24 августа 2021 г.

Срок действия исключительного права на полезную модель истекает 19 апреля 2031 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Г.П. Ильин



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 210446

Установка для измерения коэффициента сцепления при сложном движении заблокированного автомобильного колеса с дорожным покрытием

Патентообладатель: *Махонин Виталий Леонидович (RU)*

Авторы: *Махонин Виталий Леонидович (RU), Новиков Александр Николаевич (RU), Новиков Иван Алексеевич (RU), Загородний Николай Александрович (RU), Лазарев Дмитрий Александрович (RU), Шевцова Анастасия Геннадиевна (RU), Кущенко Лилия Евгеньевна (RU)*

Заявка № 2021139420

Приоритет полезной модели 28 декабря 2021 г.

Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных

моделей Российской Федерации 15 апреля 2022 г.

Срок действия исключительного права

на полезную модель истекает 28 декабря 2031 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

документ подписан электронной подписью
Сертификат № 0000000001 Владельцу: Ю.С. Зубов
Действителен с 2022 по 28.05.2021

Ю.С. Зубов

