

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования «Сибирский  
государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)»

На правах рукописи



**Ильина Ирина Евгеньевна**

**МЕТОДОЛОГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ  
С УЧЁТОМ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ**

2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта  
(технические науки)

**Диссертация**

на соискание учёной степени  
доктора технических наук

Научный консультант:  
д.т.н., профессор  
Витвицкий Е.Е.

Омск – 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
РАЗДЕЛ 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА БЕЗОПАСНОСТИ В ПРАКТИКЕ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ.....	15
1.1. Безопасность дорожного движения и травматизм.....	15
1.2. Оценка безопасности дорожного движения по целевой группе водителей.....	23
1.3. Государственное регулирование обеспечения безопасности дорожного движения.....	31
1.4. Существующие пути решения проблемы обеспечения безопасности дорожного движения.....	35
Выводы по разделу 1.....	46
РАЗДЕЛ 2. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	48
2.1. «Водитель» в системе ВАДС.....	48
2.2. Подготовленность водителей.....	52
2.3. Параметры подготовленности водителей и БДД.....	58
2.4. Концептуальные основы теории безопасности дорожного движения с учётом параметров подготовленности водителей.....	70
Выводы по разделу 2.....	79
РАЗДЕЛ 3. МОДЕЛИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ С УЧЁТОМ ПАРАМЕТРОВ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ.....	81
3.1. Математические модели и методы оценки состояния БДД подсистемы «водитель».....	81
3.2. Модель БДД с учётом параметров подготовленности водителей.....	85
3.3. Метод ранжирования регионов РФ по уровню безопасности дорожного движения с учётом параметров подготовленности водителей.....	92
3.4. Метод оценки БДД на основе параметров подготовленности водителей.....	113

3.5	Метод прогнозирования показателей аварийности с учётом подготовленности водителей.....	128
3.6.	Методика подготовки водителей с учётом параметров подготовленности .....	149
	Выводы по разделу 3 .....	155
РАЗДЕЛ 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ С УЧЁТОМ ПАРАМЕТРОВ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ.....		
4.1.	Определение уровня знаний и навыков водителей старше 18 лет.....	157
4.2.	Определение уровня знаний и навыков водителей до 18 лет .....	169
4.3.	Прогнозирование показателей безопасности дорожного движения .....	176
	Выводы по разделу 4.....	189
РАЗДЕЛ 5. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ.....		
5.1.	Практические рекомендации по обеспечению безопасности дорожного движения .....	190
5.2.	Социально-экономическая эффективность мероприятий по повышению БДД .....	196
5.3.	Определение экономического ущерба от ДТП.....	198
	Выводы по разделу 5 .....	208
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	209
	СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ .....	212
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	213
	ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	241
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	257
	ПРИЛОЖЕНИЕ В .....	264
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г .....	271
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д .....	283
	ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	318

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследования.** Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) в «Докладе о состоянии безопасности дорожного движения в мире» констатирует, что в результате дорожно-транспортных происшествий (ДТП) ежегодно погибают свыше 1,9 миллиона человек и около 50 миллионов человек получают травмы различной степени тяжести [1, 2].

Задача снижения показателей аварийности нашла свое отражение в реализации государственной политики Российской Федерацией [3]. В межотраслевом документе стратегического планирования на среднесрочный период «Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018 – 2024 годы» (Стратегия), отмечено, что в России основные показатели аварийности за последние годы имеют тенденцию к сокращению, что в целом соответствует мировому опыту адаптации стран к условиям растущей автомобилизации населения [4].

Несмотря на положительную динамику, целевые показатели транспортного и социального риска достигнуты не во всех субъектах РФ [5] и по-прежнему значительно превышают аналогичные показатели стран Европейского союза. Если в 2023 году в Российской Федерации (население 146,44 млн. человек) число погибших составило 14504 человек, то суммарно во всех странах Европейского союза (население 451,4 млн. человек) данный показатель составил около 20 тысяч погибших. Показатель социального риска в 2023 году в России составил 9,91 погибших на 100 тыс. населения, в то время как среднее значение в Европейском союзе составило примерно 5 погибших на 100 тыс. населения. Так, риск гибели в дорожно-транспортных происшествиях в Швеции составил 2,2 погибшего на 100 тыс. населения, в Германии – 3,7 погибшего на 100 тыс. населения и во Франции – 5 погибших на 100 тыс. населения.

Около 90% ДТП происходит из-за нарушения Правил дорожного движения (ПДД) водителями механических и немеханических транспортных

средств (ТС), в том числе водителями велосипедов и средств индивидуальной мобильности (СИМ).

Наибольшее число происшествий водители совершают из-за нарушения правил проезда перекрестков – 17 %, несоответствия скорости конкретным условиям движения – 15,7 %, нарушения правил расположения ТС на проезжей части – 11,7 %, неправильного выбора дистанции – 10,4 %, нарушения правил проезда пешеходных переходов – 8,9%, выезда на полосу встречного движения – 8,8% [5].

В ДТП по вине водителей разных целевых групп погибает около 85% и получает ранения 91% от общего числа погибших и раненых соответственно. На протяжении нескольких лет наибольшее количество ДТП совершается водителями в возрасте 30 – 39 лет (26,8%). Наибольшей тяжестью последствий характеризуются ДТП, совершенные водителями возрастной группы 70 лет и старше. По вине водителей, имеющих стаж управления ТС менее двух лет во всех возрастных группах, происходит более 65% ДТП [5].

Установлено, что такие показатели обусловлены рядом причин, к числу основных из которых следует отнести низкую подготовленность водителей транспортных средств, связанную, в частности, с отсутствием или неэффективностью действенных механизмов обеспечения их удовлетворительной подготовки с учётом целевой группы, а также недостаточный учёт социально-экономических и природно-климатических факторов регионов РФ при планировании мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения.

В конечном счете, все недостатки системы обеспечения безопасности дорожного движения (ОБДД) проецируются на водителя, уровень знаний и уровень профессиональной подготовки которого также низкие по причине недостаточности эффективности образовательной деятельности и ее контроля.

Основываясь на изложенном, можно утверждать, что разработка концепции и методологии обеспечения безопасности дорожного движения в

регионах РФ с учётом подготовленности водителей как качества, определяющего их надёжность в предотвращении ДТП, является актуальной.

Обеспечение безопасности дорожного движения представляется сложной задачей в силу постоянного изменения условий улично-дорожной сети и неизменной квалификации водителей [6].

«Повышение безопасности дорожного движения, направленное на сохранение жизни, здоровья и имущества граждан Российской Федерации, является одним из приоритетных направлений государственной политики и важным фактором обеспечения устойчивого социально-экономического и демографического развития страны» [146].

В результате анализа научных работ, выполненных учёными за несколько десятилетий по проблеме повышения безопасности дорожного движения, установлен разрыв между теорией и практикой. Разрыв заключается в том, что с точки зрения «практика» теоретическая деятельность по повышению БДД направлена на решение узких конкретных целей, а с точки зрения «теоретика» для повышения БДД не уделяется достаточное внимание управлению знаниями. Многие учёные утверждают, что центральным звеном повышения БДД является сложившаяся институциональная среда и правоприменительная практика. Но, все-таки с точки зрения «практика», определяющую роль играет восприятие людьми информации и обращение с ней [7].

Повышению безопасности дорожного движения посвящены труды авторов различных научных специальностей ВАК РФ: 13.00.00 (5.8.0) – педагогические науки, 14.00.00 (3.2.0) – медицинские науки, 22.00.00 (5.4.0) – социологические науки, 12.00.00 (5.1.0) – юридические науки, 08.00.00 (5.2.0) – экономические науки, 07.00.00 (5.6.0) – исторические науки, 19.00.00 (5.3.0) – психологические науки, 05.00.00 (2.9.0) – технические науки.

Около 95% работ посвящено повышению БДД за счет влияния на водителя транспортного средства, как практически единственного ответственного за совершение ДТП, за счет усовершенствования обучения водителей и проведения профессионального отбора. Около 50% изученных

работ затрагивают взаимодействие элементов системы «водитель – автомобиль – дорога – среда», при этом в большинстве работ особое внимание уделяется влиянию водителя на безопасность дорожного движения.

Как отмечалось выше – проблема повышения БДД является системной задачей. В связи с этим **рабочая гипотеза** заключается в том, что подготовка водителей с учётом комплексного показателя, интегрирующего значения показателей уровня специальных знаний, умений и навыков, возраста водителя, стажа управления транспортным средством, особенностей категории управляемого транспортного средства и региональных условий осуществления профессиональной деятельности, позволит повысить БДД.

**Степень разработанности проблемы.** Существенный вклад в исследовании проблем дорожной безопасности, в том числе прогнозирования ДТП, связывается с именами отечественных учёных: В.В. Амбарцумяна, В.Ф. Бабкова, В.Н. Баскова, М.Я. Блинкина, И.А. Венгерова, В.С. Волкова, Э.В. Дингеса, С.В. Дорохина, С.А. Евтюкова, С.С. Евтюкова, С.В. Жанказиева, А.П. Жигадло, Н.С. Захарова, А.В. Зедгенизова, В.В. Зырянова, Д.В. Капского, Г.И. Клинковштейна, В.Э. Клявина, Д.А. Кременца, В.М. Курганова, Е.М. Лобанова, В.В. Лукьянова, Л.Б. Миротина, А.Н. Новикова, И.А. Новикова, И.Н. Пугачева, В.И. Рассохи, А.И. Рябчинского, В.В. Сильянова, Л.С. Трофимовой, А.Б. Чубукова, В.А. Федорова, А.П. Фота, А.В. Шемякина, а также ряда зарубежных: G. Jacobs, A. Mekku, J. Adams, D. Andreassen, M. Koornstra, R. Smeed, E. Timo.

Теоретическим вопросам роли надёжности водителя в возникновении ДТП и ее оценке, особенностям влияния человеческого фактора на автотранспортные перевозки и подготовке дисциплинированного водителя с учётом его целевой группы (водитель автомобиля, велосипеда, моноколеса, электросамоката и пр.) посвящены труды Е.В. Агеева, И.Е. Агуреева, И.М. Блянкинштейна, П.А. Кравченко, Е.В. Куракиной, Е.М. Олещенко, А.Н. Романова, Ю.В. Трофименко, В.В. Чванова, Э.С. Цыганкова, Н.Н. Якунина, Н.В. Якуниной, а также ряда зарубежных: J. Weyer, S. Hoffmann, U. Reutter, M. Stiewe, M. Rohs, G. Flore, S. Heimlich, S. Haendschke.

В настоящее время состояние безопасности дорожного движения в РФ не отвечает реальным потребностям общества в транспортной мобильности, что позволяет утверждать о недостаточной изученности проблема. Известные результаты теоретических и практических исследований по повышению безопасности дорожного движения посвящены изучению отдельных направлений, что не в полной мере отвечает современным требованиям по снижению аварийности.

**Цель диссертационной работы** – обеспечение безопасности дорожного движения на основе совершенствования подготовленности водителей с учётом региональных особенностей.

Для достижения поставленной цели были определены и решены следующие задачи:

1. Концепция обеспечения безопасности дорожного движения, учитывающей параметры подготовленности водителей, на основе анализа существующей законодательной базы.

2. Ранжирование регионов РФ по уровню аварийности с учётом параметров внешней среды для реализации дифференцированного подхода к обеспечению безопасности дорожного движения.

3. Количественная оценка уровня безопасности дорожного движения, систематизация показателей аварийности и определение связи между значениями показателей аварийности и параметрами качества водителей.

4. Прогнозирование количества дорожно-транспортных происшествий, связанных с нарушением ПДД водителями транспортных средств, с учётом влияния региональных особенностей.

5. Разработка практических рекомендаций по снижению уровня аварийности на основе обеспечения требуемых параметров подготовленности водителей.

**Объект исследования** – процесс перевозок по дорогам общего пользования.

**Предмет исследования** – закономерности влияния подготовленности

водителей на безопасность дорожного движения.

**Практическая значимость** работы определяется:

1) применением разработанных математических моделей и методов для получения новых данных количественной оценки БДД;

2) разработанным методом ранжирования регионов по уровню аварийности по вине водителей, защищенным свидетельствами об интеллектуальной собственности, позволяющим выявлять субъекты, требующие первоочередных мер по обеспечению БДД, а также субъекты, где наблюдается положительная динамика по обеспечению БДД;

3) разработанными алгоритмами, используемыми в модуле прогнозирования ДТП, включённого в состав многофункциональной геоинформационной системы Пензенской области;

4) предложенными практическими рекомендациями по повышению эффективности подготовки водителей механических и немеханических транспортных средств.

**Внедрение результатов исследований.** Полученные в работе результаты исследований использованы органами исполнительной власти и федеральными структурами на уровне субъекта: Министерством цифрового развития, транспорта и связи (г. Пенза) в виде модуля прогнозирования ДТП в составе многофункциональной геоинформационной системы Пензенской области; Федеральным экспериментальным центром «Детский автогород» (г. Ульяновск) в виде комплекта методических разработок; Экспертным центром «Движение без опасности» (г. Москва), автошколой ДОСААФ России (г. Пенза) в виде разработанных программ подготовки водителей. Результаты исследований использованы при подготовке информационно-аналитических материалов по вопросам обеспечения безопасности дорожного движения УГИБДД УМВД России по Пензенской области.

Результаты работы используются в учебном процессе Пензенского государственного аграрного университета, Ульяновского государственного технического университета, Волгоградского государственного технического

университета при подготовке студентов по направлению «Технология транспортных процессов» (23.03.01, 23.04.01), «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (23.03.03, 23.04.03), «Наземные транспортно-технологические средства» (23.05.01), «Техника и технологии наземного транспорта» (23.06.01).

**Обоснованность и достоверность** полученных результатов обеспечивается концепцией исследования, общенаучными методами решения поставленных задач исследования, результатами экспериментальных исследований, обсуждением и одобрением результатов работы научной общественностью.

**Методология и методы исследования.** Диссертационная работа выполнена на основе и с учётом результатов научных исследований ведущих отечественных и зарубежных учёных в области безопасности дорожного движения. В ходе исследования применялись методы математического анализа: факторный анализ, метод главных компонент, прогнозирование; методы системного анализа: натурные обследования, моделирование, эксперимент, классификация.

**Положения научной новизны, выносимые на защиту:**

1. Концептуальный подход обеспечения безопасности дорожного движения, *отличающийся* от указанного в Стратегии уточненным, по итогам мониторинга, перечнем показателей состояния БДД, содержащим показатели подготовленности водителей и внешней среды.

2. Метод ранжирования регионов, *отличающийся* от существующих методов комплексным учётом особенностей внешней среды и ключевых факторов состояния аварийности.

3. Новые индексы БДД, *позволяющие* оценить состояние БДД с учётом параметров подготовленности как качества водителей в предотвращении ДТП.

4. Математическая модель статистической вероятности возникновения ДТП, *позволяющая* установить взаимосвязь параметров, определяющих подготовленность водителей разных целевых групп, региональных

особенностей и БДД. Зависимости между показателями БДД и параметрами подготовленности водителя: возраст, стаж управления ТС, вид управляемого ТС, представленными в виде линейной функции с множеством переменных.

5. Метод прогнозирования показателей аварийности, *отличающийся* учётом параметров подготовленности водителей, модуль прогнозирования, являющийся частью программного обеспечения, для визуализации данных мониторинга нарушений правил дорожного движения водителями.

6. Модели, алгоритмы и полученные на их основе зависимости, *позволяющие* определить показатели подготовленности – знания, умения и навыки – водителей разных целевых групп «до» и «после» подготовки.

**Апробация работы.** Основные положения и результаты диссертационного исследования представлялись и обсуждались на конференциях и конгрессах:

– *международных*: «Прогрессивные технологии в транспортных системах» (Оренбург, 2013, 2015, 2021, 2022, 2023), «Транспорт. Экономика. Социальная сфера. (Актуальные проблемы и их решения)» (Пенза, 2014), «Транспортные системы Сибири. Развитие транспортной системы как катализатор роста экономики государства» (Красноярск, 2016), «Развитие теории и практики автомобильных перевозок, транспортной логистики» (Омск, 2016), «Новые достижения по приоритетным направлениям науки и техники» (Пенза, 2015, 2016), «Информационно-вычислительные технологии и их приложения» (Пенза, 2017), «Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок и безопасности движения» (Саратов, 2018), «Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок, безопасности движения и эксплуатации транспортных средств» (Саратов, 2019, 2020), «Вопросы современной науки: проблемы, тенденции и перспективы» (Новокузнецк, 2020), «Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации» (Омск, 2021, 2022), «Проблемы автомобильно-дорожного комплекса России: Организация автомобильных перевозок и безопасность дорожного движения» (Пенза, 2010, 2012, 2013, 2014), «Information-management

systems and technologies» (Украина (Одесса), 2020), IV International Scientific Conference «Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development» (Белгород, 2021), VII, VIII, IX International Scientific and Practical Conference «Information Technologies and Management of Transport Systems» (Орел, 2021, 2022, 2023, 2024), «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах» (Санкт-Петербург, 2022), «Формирование интеллектуального капитала в условиях цифровой трансформации: опыт, вызовы, перспективы» (Казахстан (Караганда), 2022), «Перспективы развития транспортного комплекса» (Беларусь (Минск), 2022)

– *всероссийских (с международным участием)*: «Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры» (Оренбург, 2015), «Актуальные проблемы автотранспортного комплекса» (Самара, 2018, 2019, 2020, 2022), «Исследование проблем обеспечения эффективности и качества работы автомобильного транспорта» (Омск, 2021)

– *всероссийских*: «Организация и безопасность дорожного движения» (Тюмень, 2015), «Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств» (Пенза, 2018, 2019, 2021).

Результаты работы получены при выполнении хоздоговорных НИР: 1) «Исследования психофизиологических особенностей кандидатов в водители» по договору № 14.59 от 17.02.2014 г.; 2) «Совершенствование подготовки и переподготовки водителей автомобильного транспорта» по договорам № 15.58 от 25.01.2015 г., № 15.219 от 15.10.2015 г.; 3) «Разработка проектов программ профессиональной подготовки водителей транспортных средств соответствующих категорий и подкатегорий» в рамках исполнения государственного контракта № 110/2021 от 04.08.2021 г.; 4) «Исследование условий движения автотранспорта и разработка мероприятий по повышению безопасности движения на автомобильных дорогах Пензенской области» по договорам № 20-МК-4 от 19.10.2020 г., № 21-68 от 15.09.2021 г., № 22-04 от 28.01.2022 г.; 5) «Разработка проектов комплексного развития транспортной инфраструктуры и комплексных схем организации дорожного движения

населенных пунктов Республики Дагестан» по договорам № 05-06.02.2023 от 12.02.2023, № 06-10.02.2023 от 15.02.2023. Соискатель является участником межрегиональных специализированных выставок: «АвтоМир» с проектами «Исследование влияния параметров ВАДС на результат расследования ДТП», «Разработка проекта «Автомобильный тренажёр», (Пенза, 2011, 2013), «Образование и карьера» с проектами «Профилактика детского дорожно-транспортного травматизма», «Обучение школьников вождению автомобиля на тренажёре», «Теоретические и практические аспекты обучения правилам дорожного движения» (Пенза, 2015, 2016, 2017).

**Информационная база исследования.** Законодательные и нормативно-правовые акты РФ, Стратегия безопасности дорожного движения, федеральные и региональные целевые программы повышения безопасности дорожного движения, материалы федеральных и региональных органов власти, управлений и ведомств, статистические данные, международные нормативно-правовые акты в области БДД, исследования отечественных и зарубежных учёных.

**Личный вклад автора.** Вклад автора в получение научных результатов заключается в обосновании выбора направлений исследований, формулировании цели и задач работы, в развитии существующих концептуальных положений и методологии их реализации, в проведении теоретических и экспериментальных исследований, в интерпретации полученных результатов, в написании научных работ с изложением основных результатов исследования и их апробировании (автором лично, либо при его непосредственном участии, либо под его руководством).

**Содержание диссертации** соответствует области исследований паспорта научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта: п. 9 «Исследования в области безопасности дорожного движения с учётом технического состояния автомобиля, дорожной сети, организации движения автомобилей, качеств водителей; проведение дорожно-транспортной экспертизы, разработка мероприятий по снижению аварийности», п. 23

«Разработка требований к персоналу автомобильного транспорта. Совершенствование подготовки и переподготовки специалистов и персонала автомобильного транспорта; прогноз потребности».

**Публикации.** По результатам исследований опубликованы 65 научных работ, в том числе 11 – в журналах из «Перечня...» ВАК, 3 – в изданиях, индексируемых в базах Scopus и Web of Science, 4 монографии, 1 патент на полезную модель, 4 базы данных, зарегистрированных Роспатентом. В прочих изданиях опубликовано 39 работ.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка использованных источников из 224 наименований. Содержит 337 страниц, 26 таблиц, 94 иллюстрации, 6 приложений.

Соискатель выражает искреннюю благодарность своему научному консультанту, наставнику, соавтору научных работ, профессору кафедры организации перевозок и безопасности движения, доктору технических наук, профессору Витвицкому Евгению Евгеньевичу, без участия которого данное исследование могло бы не состояться как таковое.

## **РАЗДЕЛ 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА БЕЗОПАСНОСТИ В ПРАКТИКЕ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

В данном разделе приводятся сведения о состоянии вопроса безопасности в практике дорожного движения на основании изучения нормативно-правовых актов РФ, регионов РФ и стран мира [3, 4, 6, 8 – 11, 16, 17, 27, 194, 199, 202, 223], отчетов международных организаций [1, 2, 33] и научно-исследовательских центров и Федеральных служб РФ [5, 14, 15], а также результатов исследований отечественных и зарубежных учёных [18 – 20, 22 – 26, 28 – 32, 34 – 39, 41, 43 – 63, 65 – 111, 113, 115 – 127, 130, 131, 134, 135, 137 – 142, 145, 154 – 157, 169, 181 – 185, 188, 190 – 193, 195 – 198, 200, 201, 203 – 207, 215 – 220, 222, 224] и собственных исследований [12, 146, 147].

### **1.1. Безопасность дорожного движения и травматизм**

Для оценки степени безопасности дорожного движения пользуются системой показателей, основанных на анализе количества дорожно-транспортных происшествий с учётом состава и плотности транспортного потока, уровня автомобилизации, количества населения и т.д.

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

количество погибших на 100 травмированных в ДТП (тяжесть последствий), абсолютный показатель к показателю прошлого года (АППГ) [4, 5, 12].

Абсолютные и относительные показатели БДД изменяются циклично [22, 198]. Рост показателей до 1990 г., их снижение до 1997 г., постепенный рост до 2007 г. В дальнейшем шаг цикла уменьшается и наблюдается снижение до 2010 г., рост до 2013 г., с этого года наблюдается стабильное снижение показателей аварийности (рисунок 1.1, 1.2).

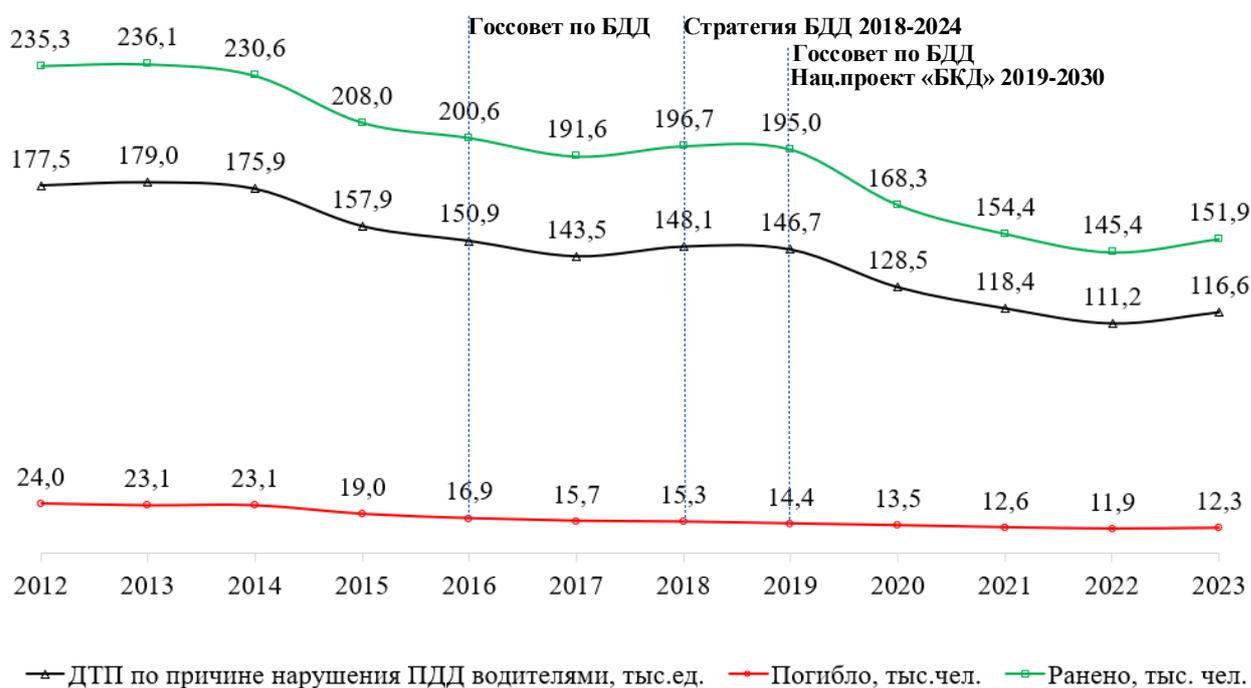


Рисунок 1.1 – Динамика основных абсолютных показателей аварийности

В период существования СССР открытой статистики аварийности не публиковалось. По сведениям, имеющимся в трудах учёных, занимавшихся проблемой безопасности дорожного движения, в 80-е гг. в ДТП ежегодно погибало около 50 тыс. человек и 10 млн. человек получали травмы различной степени тяжести. До 1986 г. количество погибших в результате ДТП на 100 тыс. жителей медленно снижалось. В 1981 г. этот показатель составил 19 человек, в 1983 г. – 17 человек. Достигнув в 1986 г. своего минимального значения – 13 человек – показатель резко увеличился до максимума в 1991 г., когда число погибших составило 26 человек. Всего за период с 1971 г. по 1991 г. в СССР в

результате дорожно-транспортных происшествий погибло около миллиона человек. В период с 1992 по 2022 гг. в РФ в результате ДТП погибло около 800 тыс. человек.

В 2004-2005 гг. году относительные показатели аварийности (транспортный и социальный риск) достигли своего максимума и составили 11,1 и 23,9 соответственно.

Существующая проблема обеспечения безопасности дорожного движения, усугубляющаяся ухудшением демографической ситуации в Российской Федерации, диктует необходимость в значительном усилении государственной деятельности в повышении уровня БДД [3, 4, 7].

В 2023 г. установленный федеральным проектом «Безопасность дорожного движения» целевой показатель транспортного риска достигнут, его значение составило 2,36 (прогнозное значение – не более 2,4), при этом показатель социального риска составил 9,91 целевое значение не более 9,94 [5]. Несмотря на реализуемые мероприятия, число погибших на 100 пострадавших (тяжесть последствий ДТП) остается практически неизменным и составляет 8,0 – 8,2 на протяжении четырех лет (рисунок 1.2).

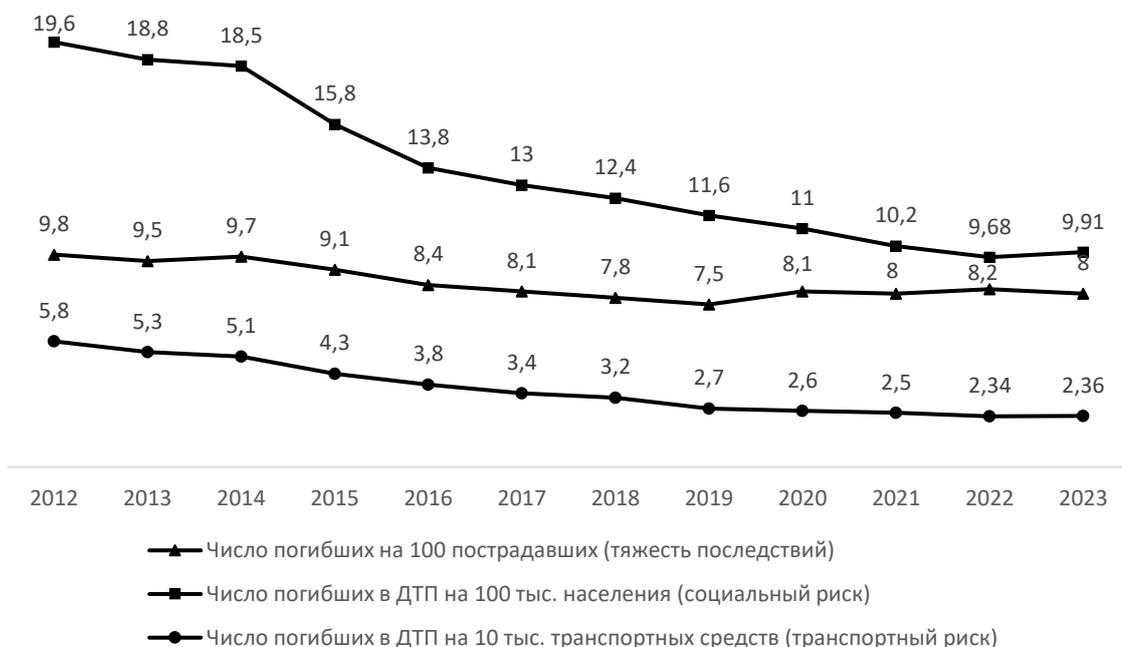


Рисунок 1.2 – Динамика относительных показателей безопасности дорожного движения за период 2012-2022 гг. [5]

Ситуация с дорожно-транспортной аварийностью остаётся сложной, что подтверждается высокими показателями по отдельным Федеральным округам РФ и регионам (рисунок 1.3).

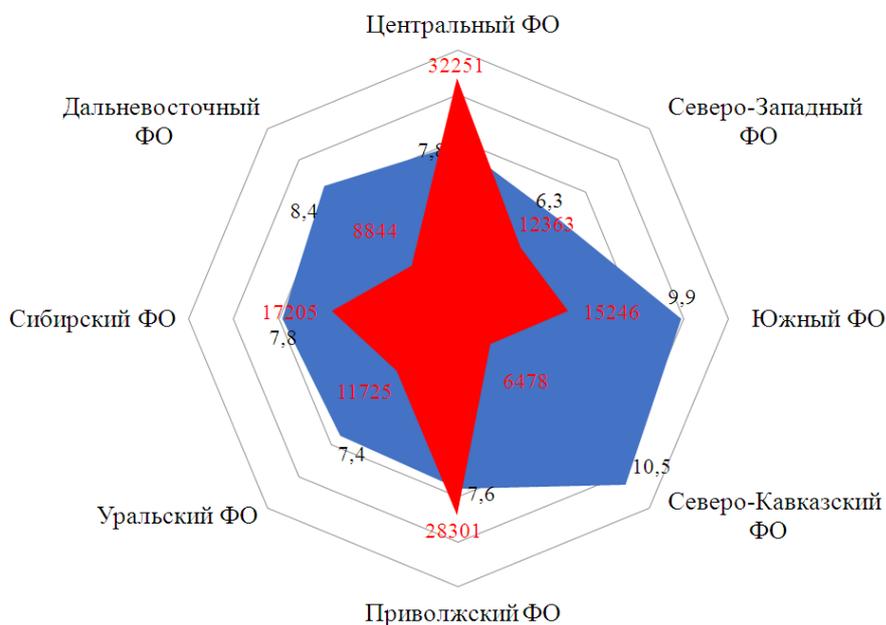


Рисунок 1.3 – Количество ДТП и тяжесть последствий по федеральным округам РФ, 2023 г. [14]

синий цвет – тяжесть последствий ДТП, красный цвет – количество ДТП

Анализ уровня БДД в разрезе регионов показал превышение фактических значений тяжести последствий ДТП в 1,25 – 1,8 раза в 30 – 46 субъектах Российской Федерации. Поэтому возникла необходимость провести анализ внешней среды по регионам РФ.

Погодно-климатические условия. На основании исследований А.Н. Новикова, И.А. Новикова, А.Г. Шевцовой, Н.Н. Якунина и др. учёных [71 – 73, 135], предложено использовать показатель, характеризующий совокупность метеорологических или погодных условий в момент, предшествующий ДТП, Индекс суровости погоды, определяемый по формуле Бодмана (1.1), где показатели  $t$  и  $v$  оказывают влияние не только на тепловое состояние человека,

но и на состояние проезжей части, т.е. на желание и возможность совершение поездок.

$$S = (1 - 0,04 \cdot t)(1 + 0,27 \cdot v) \quad (1.1)$$

где  $S$  – индекс суровости, баллы;  $t$  – температура воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $v$  – скорость ветра, м/с.

Уровень доходов. Показатели смертности на дороге в зависимости от уровня дохода населения изучали учёные М.Я. Блинкин, И.А. Новиков, Е.М. Решетова и др. [74, 86, 156]. Ими проводился сравнительный анализ данного показателя по странам с высоким, средним и низким уровнем дохода и уровнем автомобилизации (рисунок 1.4). Поэтому предложено использовать показатель «уровень доходов», учитывающий среднедушевые денежные доходы на человека руб./месяц и определяемый Росстатом по утвержденной методике [15].

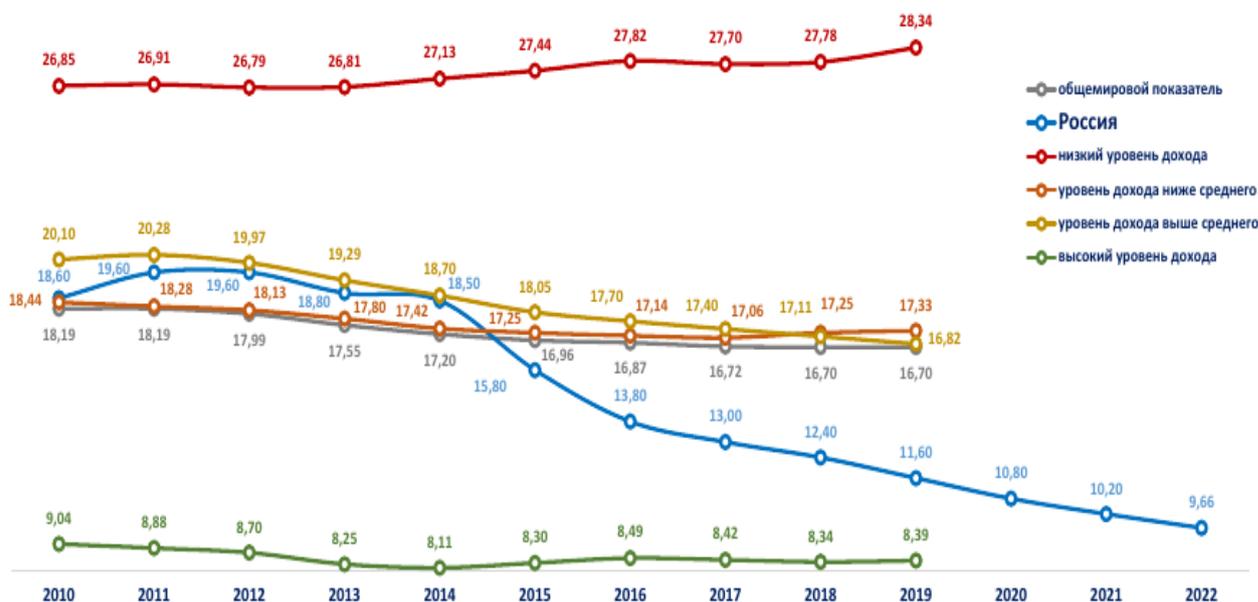


Рисунок 1.4 – Динамика показателя социального риска в сравнении с общемировым показателем и показателями приведенных групп стран

Транспортный индекс. «Основной показатель, который охватывает все

значимые направления развития транспортного комплекса регионов и учитывает 39 показателей качества и доступности транспортных услуг для владельцев собственных моторных ТС и пользователей общественного транспорта, велосипедистов и пешеходов, 10 показателей воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду и 2 показателя БДД. Первоисточниками данных являются информационные системы Федеральной службы государственной статистики (Росстата), муниципальных органов управления (включая управление транспортным комплексом), материалы ведущих независимых аналитических центров, результаты исследований учёных» [14, 15, 222] (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Значение показателя «транспортный индекс» для городов РФ [222]

Город	2010 г.		2018 г.	
	Индекс, балл	Место	Индекс, балл	Место
Москва	6,6	1	7,9	1
Санкт-Петербург	5,0	2	5,5	2
Нижний Новгород	4,5	3	5,1	3
Новосибирск	4,5	4	5,0	4
Самара	4,1	6	4,8	5
Екатеринбург	4,2	5	4,7	6
Казань	4,0	7	4,7	7
Ростов на Дону	4,0	8	4,2	8
Красноярск	3,9	9	4,1	9
Воронеж	2,8	13	3,7	10
Челябинск	3,4	10	3,7	11
Волгоград	2,9	12	3,5	12
Пермь	2,3	15	3,5	13
Уфа	3,1	11	3,1	14
Омск	2,7	14	2,8	15

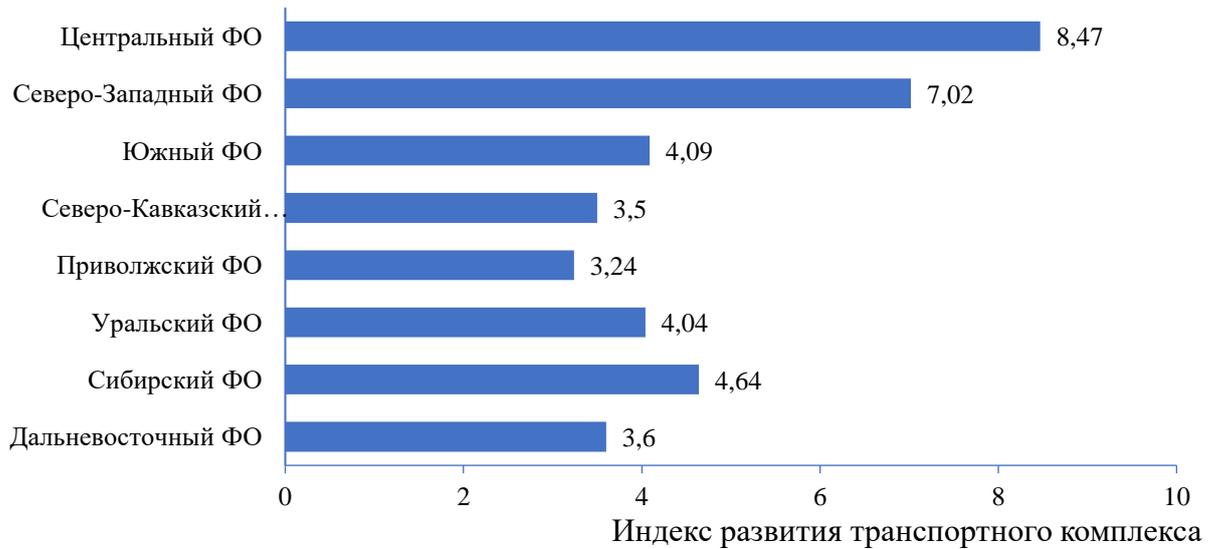


Рисунок 1.5 – Значения Индекса развития транспортного комплекса по федеральным округам РФ [222]

Проведенный сравнительный анализ показателей индекса суровости погоды, уровня доходов населения и транспортного индекса показал отсутствие устойчивой зависимости их влияния на безопасность дорожного движения (рисунок 1.6 – 1.8) [146, 147].

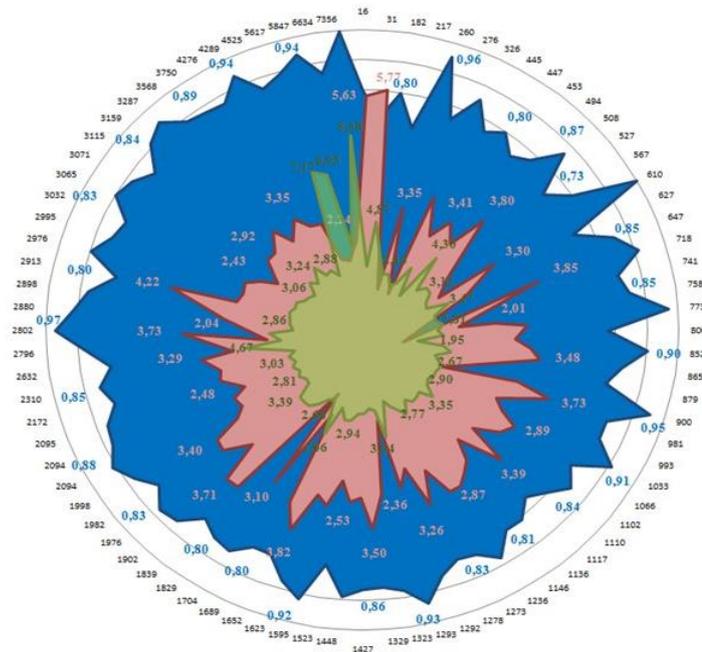


Рисунок 1.6 – Уровень БДД, 2019 г.  
уровень доходов (синий цвет); индекс суровости погоды (красный цвет);  
транспортный индекс (зеленый цвет)

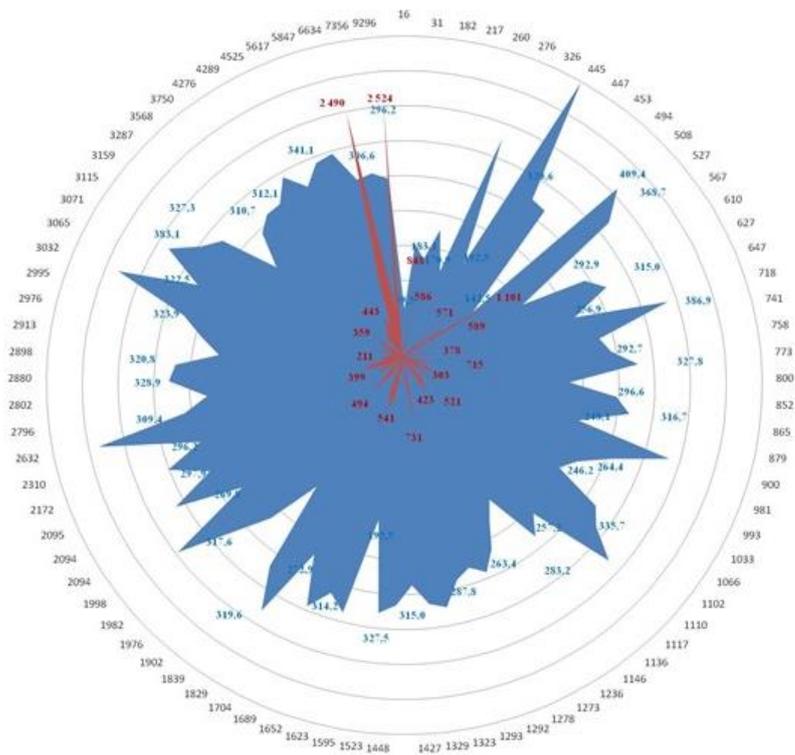


Рисунок 1.7 – Уровень БДД, 2019 г.  
уровень автомобилизации (синий цвет);  
плотность автомобильных дорог с твердым покрытием (красный цвет)

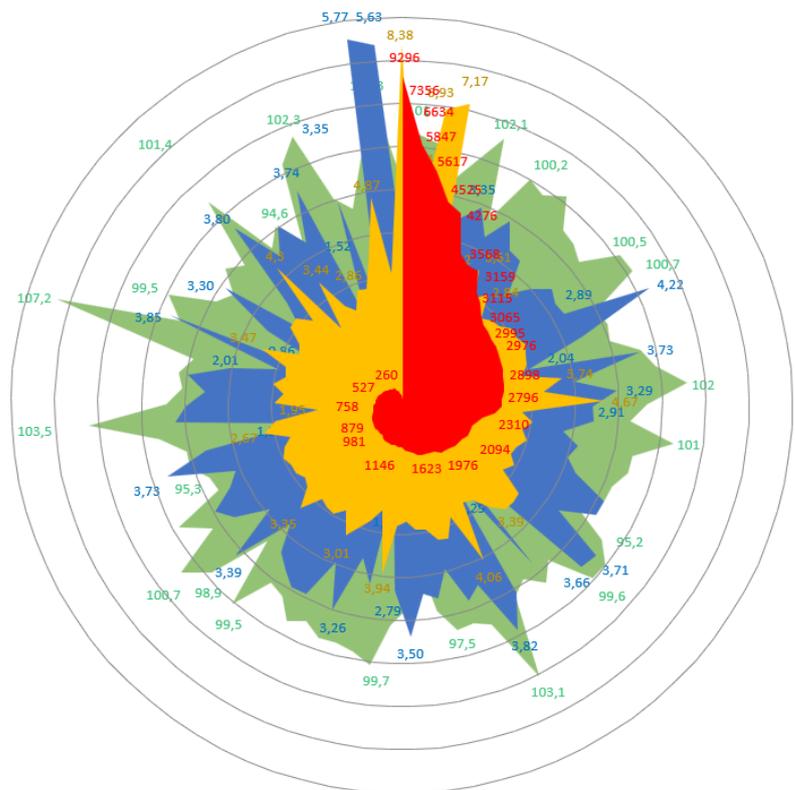


Рисунок 1.8 – Уровень БДД (красный цвет), 2023 г., в зависимости от индекса суровости погоды (синий цвет), уровня доходов (зеленый цвет), транспортного индекса (желтый цвет)

## 1.2. Оценка безопасности дорожного движения по целевой группе водителей

Представленные в ежегодном информационно-аналитическом обзоре данные показывают ДТП, произошедшие по разным причинам, а также доли таких ДТП [5, 14]. В 2023 году из-за нарушения ПДД водителями совершено 116614 ДТП (88% от общего количества ДТП), в которых погибли 12330 (85%) и ранены 151966 (91,3%) человек.

На основании Федерального закона РФ «О безопасности дорожного движения» [27] и ПДД РФ [223] водителями являются:

- водители механических ТС (водители автомобилей, мотоциклов, трамваев, троллейбусов, тракторов и т.п.);
- водители немеханических ТС (водители велосипедов, средств индивидуальной мобильности, гужевых повозок, саней и т.п.);
- иные водители (обучающий вождению, погонщики, ведущие по дороге вьючных, верховых животных или стадо).

Количество ДТП с участием легковых ТС в 2023 году увеличилось на 2,2% (113130 ДТП), число погибших в таких ДТП увеличилось на 2,7% и составило 12225 человек, число раненых увеличилось на 2,5% и составило 145493 человек. Тяжесть последствий таких ДТП составила 7,8, транспортный риск – 2,4 [5].

По вине водителей легковых ТС совершено 92240 ДТП, что составляет 69,6% от общего количества ДТП в 2023 году. Доля погибших составила 66,5% – 9646 человек, доля раненых составила 73,6% – 122575 человек.

«...Наибольшее количество ДТП совершено из-за несоблюдения очередности проезда (21,1%), нарушения скоростного режима (20,7%), нарушения правил расположения ТС на проезжей части (11,4%), нарушения правил проезда пешеходного перехода (11%), выезда на полосу встречного движения (10,2%), неправильного выбора дистанции (9,8%). Распределение удельного веса погибших выглядит иначе, примерно по трети приходится на

ДТП из-за выезда на полосу встречного движения и нарушения скоростного режима (33,6 и 32,1% соответственно), что значительно превышает удельный вес самих ДТП...» [5] (рисунок 1.9).



Рисунок 1.9 – Доля ДТП и погибших по причине нарушения ПДД водителями легковых автомобилей [5]

«В 2023 году количество ДТП с участием грузовых ТС увеличилось на 6,2% и составило 18657 ДТП, число погибших увеличилось на 9,9% (4457 человек), число раненых увеличилось на 5,1% (23457 человек), т.е. отмечается рост основных показателей аварийности впервые за последние 6 лет. Одновременное увеличение трех основных показателей аварийности с участием грузовых ТС зафиксировано в 32 субъектах Российской Федерации (в 2022 году – в 18 регионах), а также в целом в Центральном, Южном, Северо-Кавказском, Приволжском, Уральском и Сибирском федеральных округах. Рост числа погибших произошел в 51 регионе (в 2022 году – в 39 регионах)» [5].

«По вине водителей грузовых ТС совершено 9893 (+8,8%) ДТП, в которых погибли 1588 (+12,9%) и ранены 12260 (+7,7%) человек. Коэффициент виновности водителей грузовых ТС увеличился с 51,8 в 2022 году до 53 в 2023 году» [5].

«Наибольшее количество – 2113 ДТП совершено из-за неправильного выбора дистанции (21,4%, нарушения скоростного режима 2 097 (21,2%), несоблюдения очередности проезда 1373 (13,9%), нарушения правил расположения ТС на проезжей части 1065 (10,8%), выезда на полосу встречного движения 976 (9,9%). Распределение удельного веса погибших в ДТП по вине

водителей грузовых ТС показывает, что 25% погибших приходится на нарушение скоростного режима – 397 человек, 25,3% по причине выезда на полосу встречного движения – 402 человека. При этом показатели тяжести последствий 13,6 и 21,9 соответственно являются максимальными» [5] (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10 – Распределение показателей аварийности водителей грузовых ТС по видам нарушений ПДД [5]

«...Одновременное увеличение трех основных показателей аварийности отмечено из-за совершения водителями грузового транспорта следующих нарушений: неправильный выбор дистанции (ДТП – на 3%, погибших – на 3,5%, раненых – на 4,1%), нарушение скоростного режима движения (ДТП – на 13,2%, погибших – на 7,6%, раненых – на 10%), несоблюдение очередности проезда (ДТП – на 9,3%, погибших – на 52,4%, раненых – на 3,7%), выезд на полосу встречного движения (ДТП – на 4,9%, погибших – на 17,9%, раненых – на 4,5%), нарушение правил перестроения (ДТП – на 20,2%, погибших – на 177,8%, раненых – на 26,6%), нарушение правил обгона (ДТП – на 19,5%, погибших – на 207,7%, раненых – на 8%), нарушение требований сигналов светофора (ДТП – на 6,4%, погибших – на 80%, раненых – на 11%), нарушение требований дорожных знаков (ДТП – на 29,2%, погибших – на 28,6%, раненых – на 44,2%), эксплуатация ТС с техническими неисправностями, при которых запрещается их эксплуатация (ДТП – на 21,2%, погибших – на 78,6%, раненых – на 9,3%), непредоставление преимущества в движении пешеходу (ДТП – на

22%, погибших – на 38,9%, раненых – на 21,7%), невыполнение требований обеспечения безопасности при начале движения (ДТП – на 40,4%, погибших – на 31,3%, раненых – на 58,6%)...» [5].

«... В 2023 году отмечено увеличение на 8,1% и составило 7750 ДТП с участием автобусов, число раненых увеличилось на 5,8% и составило 11539 человек, число погибших снизилось на 2% и составило 590 человек. Тяжесть последствий ДТП с участием автобусов снизилась и составила 4,9 (в 2022 году – 5,2). Рост числа погибших отмечается в каждом третьем регионе (32). Рост всех основных показателей аварийности с участием автобусов отмечен в 17 регионах...» [5].

Количество ДТП из-за нарушений ПДД водителями автобусов увеличилось на 6,2% и составило 3686 ДТП, число раненых в них увеличилось на 2,4% и составило 5522 человек, однако число погибших в таких происшествиях уменьшилось на 2,2% и составило 176 человек.

«Распространенными нарушениями ПДД, допускаемыми водителями автобусов, являются нарушения скоростного режима движения – 898 (24,4%) и неправильный выбор дистанции – 570 (15,5%). Наибольшая тяжесть последствий отмечена в ДТП, связанных с выездом на полосу встречного движения (8,8)» [5].

«В 2023 году отмечен значительный рост всех основных показателей аварийности с участием мотоциклов. Количество ДТП увеличилось на 23% и составило 7805 ДТП, число погибших увеличилось на 17% и составило 744 человека, число раненых увеличилось на 22,8% и составило 8363 человек. Тяжесть последствий данных происшествий составила 8,2» [5].

Увеличение всех трех основных показателей аварийности отмечено в 42 субъектах РФ. Рост числа погибших отмечен в 50 регионах РФ.

В 2023 году из-за нарушений ПДД водителями мотоциклов совершено 4 250 (+23,1%) ДТП, в которых погибли 478 (+19,5%) и получили ранения 4 496 (+22%) человек. Водители мотоциклов были виновны более чем в половине случаев (54,5%). Тяжесть последствий составляет 9,6.

«Наиболее распространенными нарушениями ПДД, допускаемыми водителями мотоциклов, и ставшими непосредственной причиной ДТП, являются несоблюдение скоростного режима движения (41,4%, или 1 758), нарушение правил расположения ТС на проезжей части (19,6%, или 834), неправильный выбор дистанции (10,9%, или 465), несоблюдение очередности проезда (7,6%, или 321), выезд на полосу встречного движения (8%, или 340). ДТП, произошедшие из-за выезда на полосу встречного движения, характеризуются высокой тяжестью последствий (16)» [5].

«В 2023 году на 11,4% увеличилось количество ДТП с пострадавшими велосипедистами (5352 ДТП), в которых погибли 316 (-1,9%) и получили ранения 5067 (+12,4%) велосипедистов. Доля таких происшествий среди всех ДТП составила 4%. Тяжесть последствий данных ДТП – 5,9. Рост всех основных показателей аварийности с пострадавшими велосипедистами произошел в 18 субъектах» [5].

В 51,5% ДТП, что составляет 2755 ДТП с участием велосипедистов, виновными являлись сами велосипедисты, на данные происшествия приходится погибших 56,3% (178 человек) и раненых 51% (2584) велосипедистов.

Наиболее часто причинами ДТП становятся следующие нарушения допущенные велосипедистами: «...несоблюдение очередности проезда (853 ДТП, или 31% от всех происшествий по вине велосипедистов), пересечение проезжей части по пешеходному переходу, не спешившись (656, или 23,8%), нарушение правил расположения на проезжей части (508, или 18,4%)...» [5].

Необходимо отдельно отметить, что в 2023 году зарегистрировано 10 погибших велосипедистов, которые управляли велосипедами с электродвигателем, которые по своим техническим и эксплуатационным характеристикам достаточно схожи со средствами индивидуальной мобильности.

В 2023 году «зарегистрировано 3100 (+229,4%) ДТП с участием СИМ, в результате которых погибли 43 (+126,3%) человека, в том числе 7 несовершеннолетних. Ранения получили 3177 (+225,5%) человек, в числе которых 1041 несовершеннолетний» [5] (рисунок 1.11).

«В 67,7% ДТП СИМ имели электродвигатель мощностью до 0,25 кВт, на данные происшествия приходится 47,7% погибших и 67,8% раненых. С участием СИМ, имеющих электродвигатель мощностью от 0,25 кВт до 4 кВт, произошло почти каждое третье (32%) ДТП, на которые приходится более половины (52,3%) погибших и треть (31,9%) раненых. В 8 ДТП участвовали СИМ мощностью более 4 кВт, в которых 8 человек получили ранения...» [5].

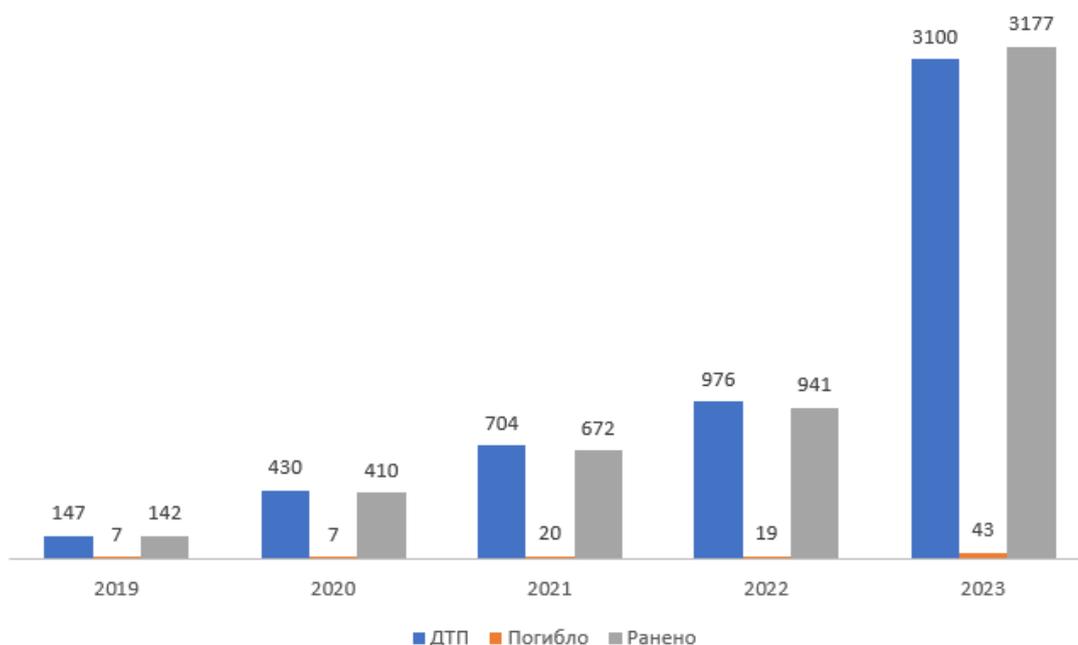


Рисунок 1.11 – Показателей аварийности с участием СИМ, 2023 г. [5]

«В местах пересечения проезжих частей – выезды с прилегающих территорий и перекрестки – зарегистрировано 32,8% ДТП с участием СИМ. 32,7% ДТП произошло на пешеходных переходах. На тротуарах, пешеходных дорожках и пешеходных зонах зафиксировано 26,1% происшествий» [5].

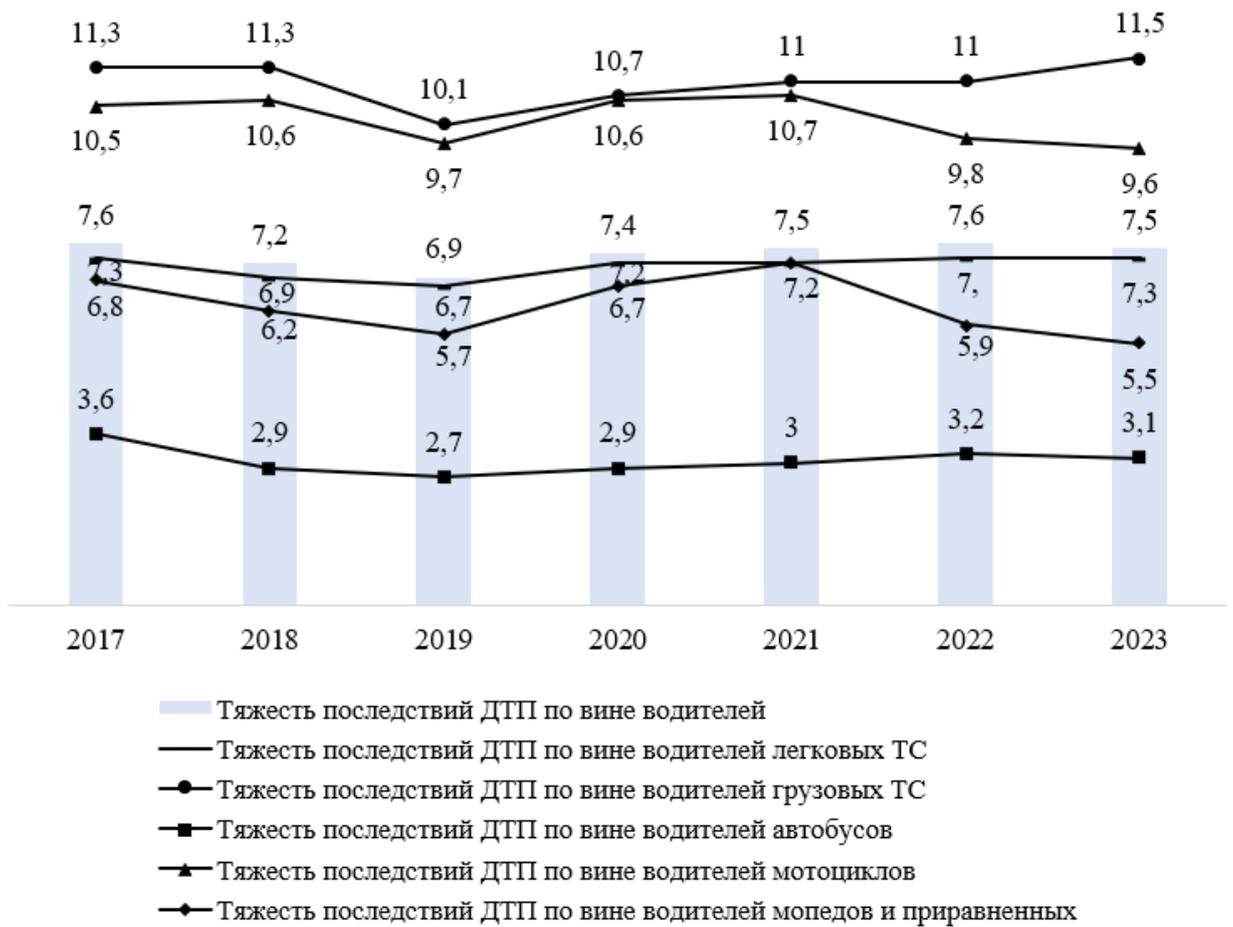


Рисунок 1.12 – Динамика изменения целевого показателя – тяжесть последствий ДТП – с 2017 г. по 2023 г. [5]

«Распределение коэффициента виновности водителей по видам транспорта показывает, что наибольшее значение имеют водители легкового транспорта, они являлись виновными в 81,5% из всех ДТП с их участием. Водители мототранспорта являлись виновными в совершении чуть более половины (59,3%) происшествий с их участием, водители грузовых ТС и автобусов – примерно в половине случаев (53 и 47,6% соответственно)» [5] (рисунок 1.13).

«Высокий коэффициент виновности водителей легкового транспорта связан с тем, что в значительном количестве ДТП участвовали только легковые автомобили, и, соответственно, только водитель легкового ТС мог являться

виновным в совершении происшествия» [5]. Высокий коэффициент виновности водителей СИМ связан с отсутствием знаний и навыков управления данным транспортным средством.

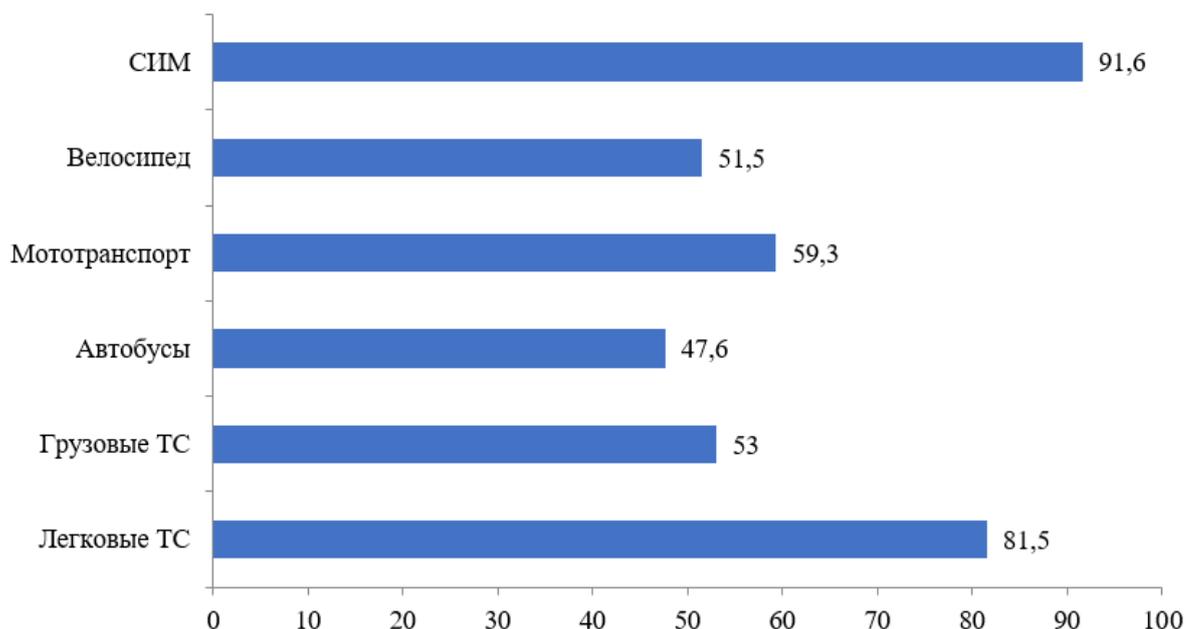


Рисунок 1.13 – Распределение коэффициента виновности водителей по видам транспорта, 2023 г. [5]

ДТП с участием погонщиков, управляющих стадом животных, немногочисленны по сравнению с другими видами ДТП и отличаются высокой стоимостью ущерба. В таких ДТП зачастую виновность распределяется равномерно между водителем и владельцем животного.

ДТП с участием учебных автомобилей, произошедших во время обучения вождению курсанта автошколы, также немногочисленны (0,5%) и отличаются низкой стоимостью ущерба.

Такие показатели аварийности стали следствием отсутствия соответствующих знаний и навыков в быстро изменяющихся условиях улично-дорожной сети и недостаточной эффективности функционирования системы ОБДД.

### **1.3. Государственное регулирование обеспечения безопасности дорожного движения**

Задачи сохранения жизни и здоровья участников дорожного движения главным образом за счет повышения безопасности дорожного движения и, как следствие, сокращения демографического и социально-экономического ущерба от ДТП и их последствий согласуются с приоритетными задачами социально-экономического развития Российской Федерации в долгосрочной и среднесрочной перспективе и направлены на обеспечение снижения темпов убыли населения Российской Федерации, создания условий для роста его численности.

Планируемые показатели БДД ориентированы на показатели европейских стран. Так, большинство европейских стран в отношении дорожно-транспортного травматизма принимает политику «Нулевой смертности» на автомобильных дорогах, заключающаяся в том что, безопасность дорожного движения обеспечивается совокупностью инженерно-технических и организационных мероприятий, позволяющих создать на существующей улично-дорожной сети условия для достаточно быстрого, безопасного и удобного движения транспортных средств, пешеходов и других участников дорожного движения [8, 20, 23 – 26].

Политика «нулевой смертности» отражена в межотраслевом документе стратегического планирования на среднесрочный период, разработанном во исполнение подпункта "а" пункта 3 перечня поручений Президента Российской Федерации от 11 апреля 2016 г. № Пр-637ГС по итогам заседания президиума Государственного совета Российской Федерации, состоявшегося 14 марта 2016 г «Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018 – 2024 годы». Целями стратегии является повышение БДД, а также стремление к нулевой смертности в ДТП к 2030 году.

Достижение заявленных целей предполагает использование системного подхода к установлению взаимодополняющих друг друга приоритетных задач по обеспечению безопасности дорожного движения [19, 81, 183, 197, 203, 204].

Роль государственной политики в области БДД заключается в обеспечении безопасности дорожного движения. Одним из основных направлений является «...организации подготовки водителей транспортных средств и обучения граждан правилам и требованиям безопасности движения...» [27].

Низкая дисциплина водителей является причиной высокой аварийности в РФ. Этот факт связывают, в частности, с отсутствием или неэффективностью действенных механизмов обеспечения удовлетворительного уровня подготовки водителей [4].

Наличие проблемы ОБДД способствовало разработке и реализации долгосрочных государственных стратегий, координации усилий государства и общества. С целью решения проблемы повышения БДД разработана и реализована Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2006 – 2012 годах» (ФЦП 2006 – 2012 гг.) [16].

Исследование вопросов, касающихся анализа и совершенствования подготовки водителей находится в компетенции Министерства просвещения и носят научный и исследовательский характер: совершенствование подготовки водителей транспортных средств, сокращение вероятности допуска к управлению транспортными средствами лиц, не обладающих необходимыми профессиональными навыками, повышение уровня подготовки водительского состава на основе новых методов профессионального тренинга. Кроме этого, предусмотрены капитальные вложения на строительство центров, учебных комбинатов и их техническое оснащение.

С целью продолжения эффективного решения проблем, связанных с дорожно-транспортной аварийностью и обеспечением снижения ее показателей, реализована федеральная целевая программа «Повышение

безопасности дорожного движения в 2013 – 2020 годах» (ФЦП 2013 – 2020 гг.) [17].

В приложении № 2 ФЦП 2013 – 2020 представлены к реализации мероприятия направленные на развитие системы предупреждения опасного поведения водителей транспортных средств. Они заключаются в проведении прикладных научных исследований и экспериментальных разработок. В частности, разработка комплексного проекта совершенствования системы профессионального обучения водителей транспортных средств различных категорий и подкатегорий (организационно-методические рекомендации, программы, учебные и методические пособия, образовательные ресурсы, в том числе в электронном виде) [17].

Деятельность в рамках направления по развитию системы предупреждения опасного поведения участников дорожного движения предусматривает «... формирование знаний и навыков по безопасному дорожному движению, информирование о ситуациях, потенциально приводящих к ДТП, повышение культуры на дорогах, создание в обществе нетерпимости к фактам пренебрежения социально-правовыми нормами и правового нигилизма на дороге, совершенствование и развитие систем подготовки водителей транспортных средств, обеспечение соблюдения участниками дорожного движения требований ПДД, в том числе с применением систем фиксации административных правонарушений в области дорожного движения работающими в автоматическом режиме специальными техническими средствами, имеющими функции фото- и киносъемки, видеозаписи, или средствами фото- и киносъемки, видеозаписи...» [17].

Ожидаемые результаты данных мероприятий заключаются в формировании у участников дорожного движения, в первую очередь у водителей, ценностно-нормативной мотивации, направленной на повышение правового сознания, безопасного поведения.

Ч. 1 ст. 3 п. 5 Конвенции о дорожном движении предписывает, чтобы страны принимали «...необходимые меры для обеспечения обучения правилам дорожного движения на регулярной и постоянной основе...» [10, 11].

Таким образом, международная Конвенция признает особую ответственность за профессиональный уровень при подготовке водителей. В Российской Федерации эти положения Конвенции частично реализованы в Законе "О безопасности дорожного движения", а также в программах подготовки водителей различных категорий.

Стоит отметить, что «с 1 февраля 2023 года вступил в силу ГОСТ Р 70514-2022 «Электрические средства индивидуальной мобильности. Технические требования и методы испытаний», который определяет, что относится к электрическим СИМ, устанавливает ограничения скоростного режима передвижения на таких устройствах, предъявляет требования к пожаробезопасности и др.» [5].

«С 1 марта 2023 года вступили в силу изменения в ПДД [223], которые помимо легального определения СИМ, упорядочивают использование СИМ различными возрастными категориями, а также определяют разрешенные места передвижения – проезжая часть, тротуары – в зависимости от массы и максимальной скорости таких устройств» [5].

На основании ст. 25 ПДД к погонщикам, управляющим стадом животных предъявляются только возрастные требования «не моложе 14 лет» [223] и не предусматривается прохождение подготовки по этому виду деятельности.

Квалификационные характеристики обучающего вождению, на основании Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 28.09.2018 г. № 603н "Об утверждении профессионального стандарта «Мастер производственного обучения вождению транспортных средств соответствующих категорий и подкатегорий», заключаются не только в наличии соответствующих знаний, умений и навыков, но также предъявляются требования по стажу управления транспортным средством и возрасту обучающего вождению.

#### **1.4 Существующие пути решения проблемы обеспечения безопасности дорожного движения**

Как показывает опыт стран с низким уровнем аварийности, проблемы дорожно-транспортного травматизма, несмотря на высокие темпы автомобилизации, могут успешно решаться [28 – 36]. Всё большее число европейских стран в отношении дорожно-транспортного травматизма принимает политику «Нулевой смертности» на автомобильных дорогах, ставшей новой философией дорожной безопасности [20, 23 – 26, 113, 188].

Проблемы повышения БДД постоянно привлекают внимание исследователей различного научного профиля. В работах, выполненных специалистами технического профиля, безопасность дорожного движения механических и немеханических транспортных средств рассматривается как совокупность инженерно-технических и организационных мероприятий [48, 54 – 56, 59, 60, 62, 79].

Исследованию проблем ОБДД посвящены многочисленные работы российских и зарубежных учёных [18, 19, 32, 44, 67, 68, 75, 105, 154, 182, 190, 192, 215, 216], а также решения конференций и официальных совещаний, принимаемые на международном, всероссийском и региональном уровнях [6, 7, 9, 16, 17, 194, 199, 202], доклады и отчеты международных организаций [1, 2, 33].

Первые публикации по данной теме относятся к концу 1970-х годов. Научные исследования выполнялись учёными Московского автодорожного института (МАДИ), Всесоюзного научно-исследовательского института безопасности дорожного движения, другими научными коллективами. Регулярно проводились всесоюзные и всероссийские конференции по этой проблематике. Издавались учебники и учебные пособия, посвященные обеспечению и повышению безопасности дорожного движения [37, 43, 45, 127, 131, 141], исследовался зарубежный опыт обеспечения безопасности дорожного

движения [139], а также различные аспекты повышения эффективности мероприятий по обеспечению безопасности дорожного движения в России [41, 47, 61, 80, 142]. Особый вклад в исследование проблем безопасности дорожного движения привнесли такие отечественные учёные как Афанасьев М.Б., Бабков В.Ф., Дингес Э.В., Клинковштейн Г.И., Коноплянко В.И., Лобанов Е.М., Рябчинский А.И., Сильянов В.В, а также ряд зарубежных: Elvik R., Evans L., Koornstra M., Korits E., O'Neill V. и многих других [29 – 36]. Ими заложены основы теории ОБДД, обоснованы подходы к ее практическому решению.

Вопросами прогнозирования показателей аварийности на автомобильном транспорте в разное время занимались учёные Бабков В.Ф., М.Я. Блинкин, Васильев А.П., Волков В.С., Капский Д.В., Клявин В.Э., Корчагин В.А., Кочетков А.В., Лобанов Е.М., Новиков А.Н., Новиков И.А., Пугачев И.Н., Чванов В.В., Чубуков А.Б., Шевцова А.Г., Smeed R.J. и др. [43, 45, 47, 50, 66, 69, 70, 73, 77, 78, 80, 83 – 85].

Все методы прогнозирования и оценки состояния БДД, предлагаемые российскими учёными по измеряемым показателям, условно делят на 5 групп, учитывающих факт совершения ДТП, участок движения, характер движения автомобиля, элементы системы ВАДС, поведение участника движения – водителя [140].

Технические возможности реализации методов прогнозирования ДТП и продолжительности задержек по их причине активно разрабатываются с середины 1990-х годов. Работы Khattak [87, 88], Garib [89], Peeta [90], Weng [92], Zhang, Yang [94, 98] основаны на регрессионных моделях (множественная линейная регрессия; пуассоновская регрессия; отрицательная биномиальная регрессия; ZINB-регрессия; регрессионная модель Конвея-Максвелла-Пуассона; пробит- и логит-регрессия).

В последнее время как для прогнозирования показателей аварийности, так и для объемов перевозок все чаще применяются модели машинного обучения. Прогнозирование с использованием моделей машинного обучения (нейронные сети прямого распространения; рекуррентные нейронные сети;

ансамбли деревьев решений; машины опорных векторов) использовали Зикратова Т.В. [93], Зырянов В.В. [97], Li, Yu [96], Wang [99], Shen [101] и др.

Прогнозирование на основе вероятностных графовых моделей (байесовские сети) изучали Li Kuang, Han Yan, Yujia Zhu, Shenmei Tu, Xiaoliang Fan [104].

Сафронов К.Э., Печатнова Е.В [91], применяли «мягкие вычисления» (системы нечеткого вывода; генетические алгоритмы).

Кроме того, известны модели анализа временных рядов (ARIMA; SARIMA / SARIMAX; Gray Model) [95, 100, 102, 103].

Также выявлено, что пробит- и логит-модели регрессии более эффективны и лучше объясняют взаимосвязи между показателями, чем линейная и пуассоновская модели (и их вариации).

Чаще всего эффективность моделей прогнозирования оценивается на основе показателей MAPE и среднеквадратичной ошибки. Хорошее (т.е. низкое) значение этого показателя можно наблюдать для нейронных сетей и байесовских сетей.

Особенности прогнозирования ДТП связаны со следующими проблемными вопросами:

- сбор/объединение разнородных источников данных (чем больше данных, тем лучше, но далеко не всегда имеется возможность получить эти данные из разных источников информации);

- непостоянство данных и вопрос переобучения модели (специфика задачи прогнозирования ДТП состоит в том, что фиксированные исторические данные используются наряду с потенциально изменяемыми факторами: например, на участке дороги происходили частые ДТП, но в определенный момент на этом участке изменились показатели состояния дороги, геометрии местности и т.д. соответственно, необходимо выполнять периодическое переобучение моделей);

- предсказание выбросов (практически все современные статистические модели плохо предсказывают статистические выбросы, например, резкий всплеск числа ДТП при сочетании определенных факторов).

«...В основу интеллектуального подхода на базе нейронной сети, позволяющий автоматически обнаруживать уже случившееся ДТП по косвенным дорожным данным положено предположение о закономерности изменения средней скорости движения транспортного потока в случае ДТП» [109]

«Метод определения временных характеристик ДТП на основе скоростной термограммы обеспечивает низкие показатели качества. Использование вейвлет-спектрограммы для оценки характеристик транспортных потоков не целесообразно, т.к. определение факторов, приводящих к ДТП, возможно только по косвенным признакам с недостаточной временной точностью привязки события» [109].

Головин О.К., Сидорова Е.В. предлагают «...подход к прогнозированию ДТП с разделением по видам ДТП, использующий многослойный перцептрон Румельхарта применительно к большим данным, поступающим в онлайн режиме из внешних разнородных источников данных, предоставляющих погодные условия, информация об участке улично-дорожной сети и событиях на нем, информации о транспортных средствах и др. ...» [109].

Во многих случаях требуется переобучение модели в связи с постоянно изменяющимися факторами и условиями (состояние улично-дорожной сети, организация дорожного движения, погодно-климатические условия, наличие других участников дорожного движения и т.д.).

Сенека А. сказал «человеку свойственно ошибаться». В настоящее время ответственность за совершенное ДТП в 90 % случаев возлагается на водителя транспортного средства. Исследования учёных [38, 39, 45, 46, 49 – 53, 58, 63, 65, 82, 110, 142, 145, 155, 157, 181, 184, 185, 193, 196, 200, 201, 206, 207, 224] «причин ДТП с учётом ошибок водителя свидетельствуют об их высокой актуальности и практической значимости» [142]. Основным фактором (около

70 %) по мнению водителей-участников ДТП, является ошибочная оценка дорожной обстановки, т.е. нарушение одновременно воспринимаемой информации – фактической и субъективной опасности условий движения [142, 137]. Ошибки в прогнозе дорожной обстановки как причины ДТП отмечаются в 37% случаев. «Около 80% всех ДТП обусловлено ошибками водителей, вызванных неблагоприятной окружающей обстановкой в процессе движения» [142].

Одними из первых исследований, обосновывающих влияние «человеческого фактора» на эффективность деятельности автотранспортного предприятия, отражены в работах Гудкова В.А и Клочкова В.П. Рассматривая автотранспортное предприятие как сложную динамическую человеко-машинную систему, действующую в окружающей среде, Клочков В.П. отмечает значение роли человека во всех структурах и иерархиях технологических процессов, как при эксплуатации автотранспортных средств, так и при их обслуживании.

Повышение надёжности водителя исследовалось многими учёными с позиций организации рациональных режимов труда и отдыха водителей, нормирования рабочих процессов при организации автоперевозок, алгоритма и разнообразия выполняемых операций [107, 108, 130, 134, 191, 205].

Базовые подходы к оценке надёжности водителя как элемента системы водитель – автомобиль – дорога – среда заложены в трудах Ротенберга Р.В., Вайсмана А.И., Лобанова Е.М., Лукошявичене О.В., Сильянова В.В., Майбороды О.В., Романова А.Н., Чванова В.В.

Факторы, влияющие на надёжность водителя, можно разбить на три группы: внешние, внутренние и относящиеся к оператору. «Экспериментальные методы оценки надёжности включают: определение профессионально важных качеств водителя вне рабочего места с помощью специально разработанных методических комплексов; мониторинг психофизиологических качеств, отражающих процесс восприятия водителем дорожной обстановки, в реальных условиях на маршруте, что позволяет оценить напряжённость труда» [108].

Кравченко Л.А., Рябчинский А.И., Афанасьев М.Б. [106] исследовали повышение безопасности дорожного движения с учётом условий и факторов, влияющих на превышение водителем установленного скоростного режима, механизм влияния характеристик водителя на выбор скоростного режима и процесс возникновения ошибок (рисунок 1.14).



Рисунок 1.14 – Факторы, влияющие на оценку скорости водителем  
(по Л.А. Кравченко), [106]

Трофименко Ю.В., Григорьева Т.Ю. изучали закономерности «...влияния эксплуатационных (производственных) факторов на надёжность водителей

городских автобусов (сложность маршрута, нагрузки, шум, загрязненность и пр.) и методы оценки надёжности (аттестация рабочих мест, риски заболеваемости, критерии сложности маршрутов и вероятность возникновения ДТП). Алгоритм оценки надёжности водителя отличался тем, что определяющие надёжность факторы объединялись в три группы (внешние, внутренние и социальные) и оценивались с помощью интегральных критериев: безопасности маршрута и риска заболевания...» [107] (рисунок 1.15).

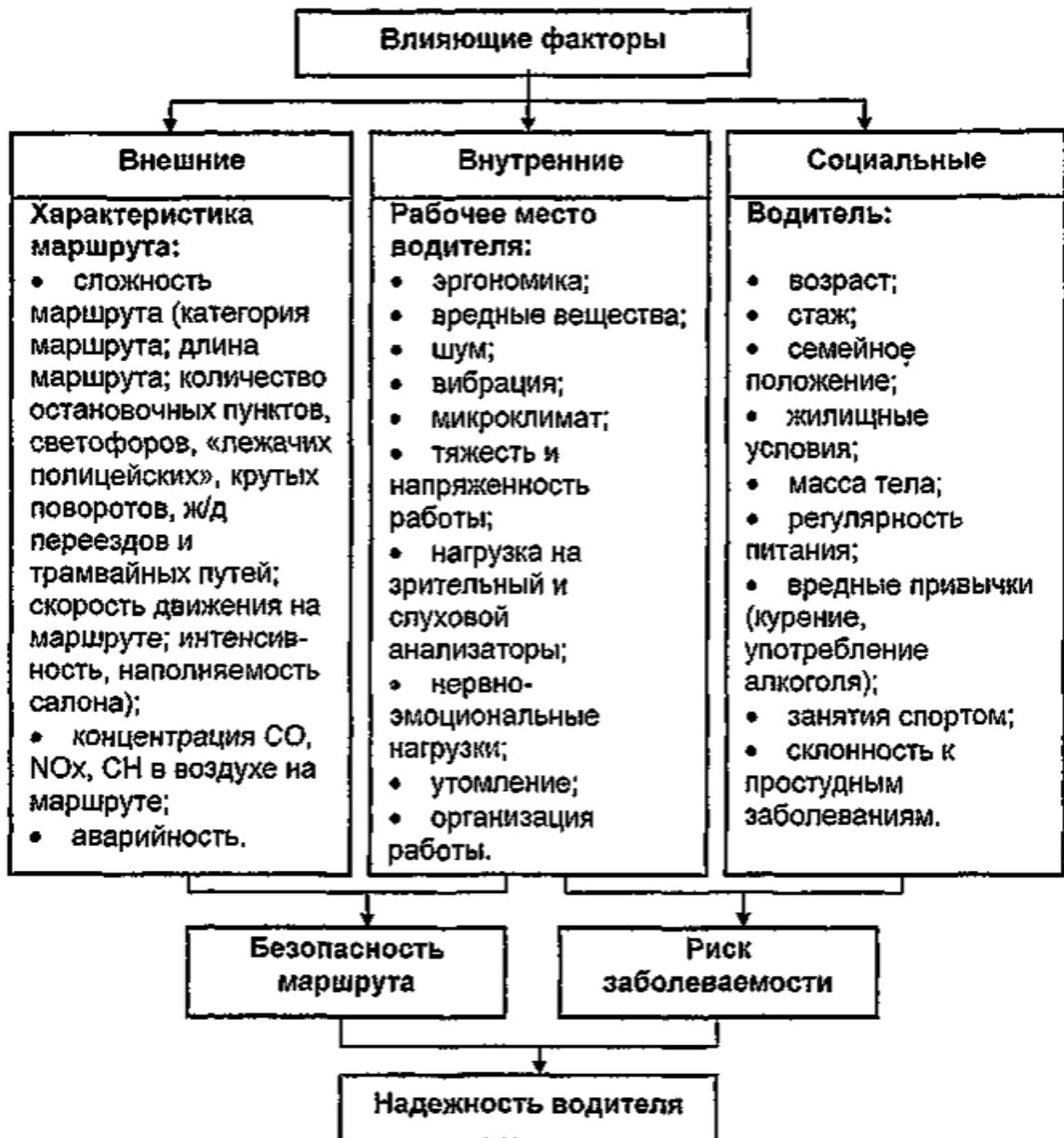


Рисунок 1.15 Схема оценки надёжности водителя в транспортных человеко-машинных системах управления (по Т.Ю. Григорьевой) [107]

Доткулова А.С. [220] занималась разработкой системы сбора и анализа данных на основе оценки поведенческих характеристик водителя, влияющих на БДД. В качестве объекта исследования рассматривалась безопасность дорожного движения с точки зрения влияния человеческого фактора на основные характеристики автотранспортных потоков. Выявлены характеристики человека, отвечающие за надёжность водителя (рисунок 1.16) и отражающие психофизическое состояние, которое отражает реакцию водителя, как на внешние факторы, так и на внутренние личное состояния.

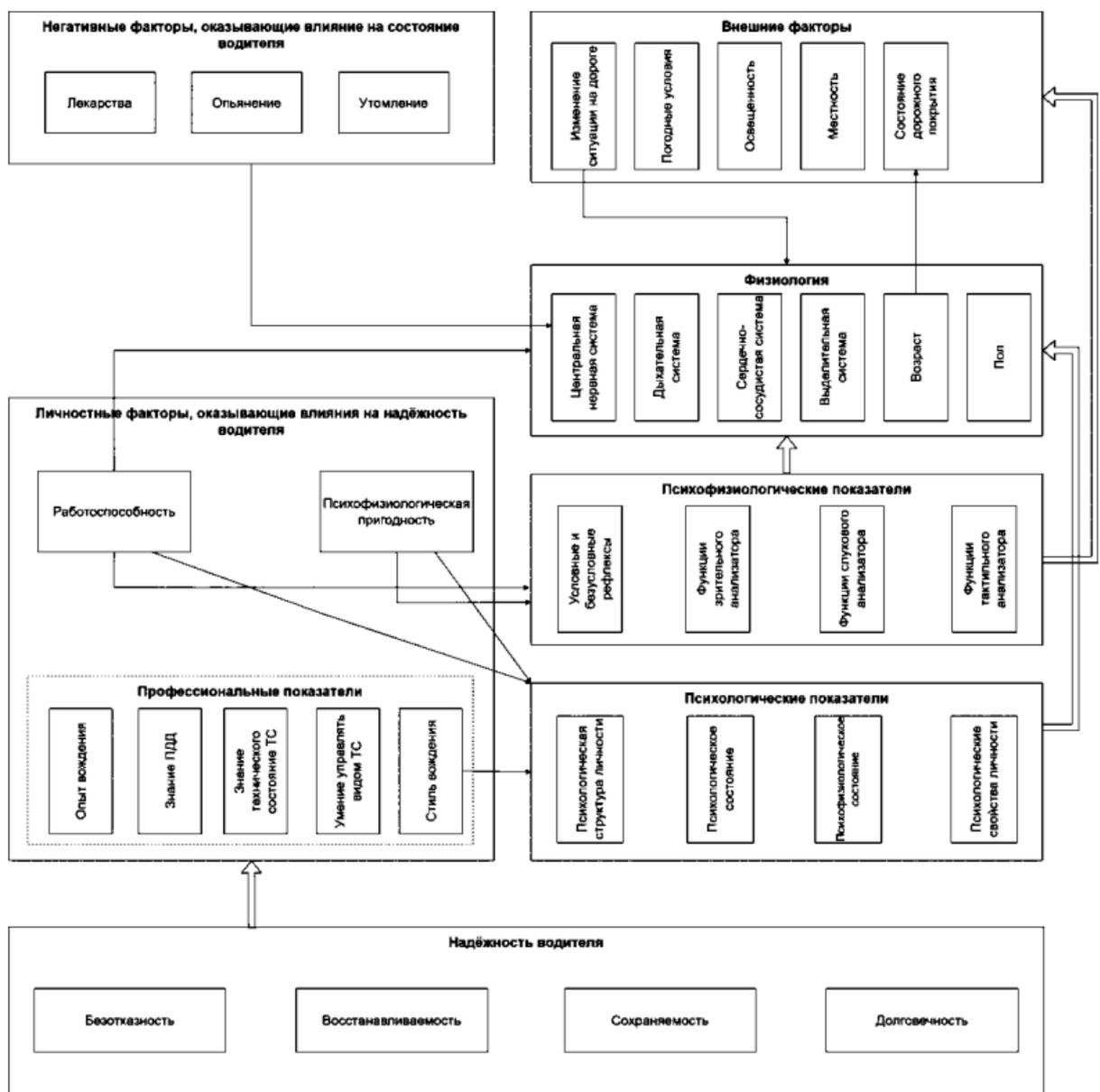


Рисунок 1.16– Факторы, определяющие надёжность водителя  
(по А.С. Доткуловой), [220]

Васильев В.И. [195] группировал водителей по их индивидуальным особенностям торможения. Пегин П.А. Корчагин В.А. [169] исследовали психофизиологическое состояния водителя в условиях отрицательного воздействия природно-климатических факторов на расстояние видимости дорожного полотна.

На современном этапе развития общества происходит все большее увеличение психологических нагрузок на человека в сфере его профессиональной деятельности. Курганов В.М. [111] основной акцент сделал на дифференциацию психологических качеств водителей в зависимости от их специализации и уровня надёжности. В изученных работах по психологии на автотранспорте основные исследования направлены на изучение поведения водителей, т.к. именно они испытывают большую психологическую нагрузку [205 – 207].

Теоретическим вопросам управления мобильностью населения, роли человеческого фактора в возникновении ДТП, особенностям транспортного поведения населения, и водителей в первую очередь, посвящены труды Е.В. Агеева, И.Е. Агуреева, С.С. Евтюкова, П.А. Кравченко, Е.М. Олещенко, Ю.В. Трофименко [57, 63, 115 – 117, 217 – 219], а также ряда зарубежных: S. Saake, J. Lahne, J. Weyer, S. Hoffmann, U. Reutter, M. Stiewe, M. Rohs, G. Flore, S. Heimlich, S. Haendschke, O. Schwedes [118 – 126, 138].

Так, Трофименко Ю.В. в книге «Рекомендации по управлению мобильностью» отмечает «... новые транспортные технологии требуют изменения привычных стереотипов транспортного поведения, навыков управления транспортными средствами, исходя из условий обеспечения безопасности и экологической устойчивости дорожного движения. Данное обстоятельство также требует целенаправленного управления мобильностью...» [117].

Учитывая, что одной из ведущих причин допускаемых водителями ошибок является невысокое качество подготовки, первоочередной задачей обычно рассматривают развитие системы обучения с позиции

совершенствования системы подготовки, повышения качества обучения, профессионального отбора посредством преобразующих, моделирующих и других учебных действий [193, 200, 201]. Существует устойчивое мнение, что на данный момент система подготовки водителей не соответствует современным требованиям, не обеспечивает в полной мере полноценное овладение знаниями по правилам дорожного движения, основам безопасного управления транспортным средством.

Кроме того, в своей работе учёные Ю.И. Куликов, И.Н. Пугачев, В.Н. Шпаков, Л.Б. Миротин, В.М. Курганов, Г.Я. Маркелов, Е.В. Кривко отмечают «...отсутствие системы контроля после того, как водитель получил водительское удостоверение...» [76].

Чванов В.В. при формировании состояния БДД в зависимости от уровня автомобилизации выделил аспект «изменения стереотипов поведения пользователей дорог как одного из приоритетных для снижения риска ДТП» [142] (рисунок 1.17).



Рисунок 1.17 – Уровень БДД в зависимости от уровня автомобилизации населения [142] (по Чванову В.В.)

1 – риск дорожного движения, 2 – количество погибших в ДТП



Рисунок 1.18 – Обобщенный результат анализа факторов, влияющих на надёжность водителя (составлено автором)

Обобщая результат исследований трудов учёных посвященных повышению надёжности водителей, установлены параметры, определяющие подготовленность водителей – возраст, стаж управления и пр., но не рассматривающиеся в прямой взаимосвязи с комплексом показателей характеризующих знания, умения и навыки, вид управляемого транспортного средства, условия среды и уровень БДД регионов (рисунок 1.18).

## Выводы по разделу 1

1. В последние годы в РФ происходит устойчивое снижение абсолютных и относительных показателей БДД, однако ситуация с дорожно-транспортной аварийностью остаётся сложной, что подтверждается высокими показателями по отдельным Федеральным округам РФ и регионам.

2. Для оценки состояния внешней среды регионов выделены 3 показателя, в полной мере характеризующие погодно-климатические условия и значимые направления развития транспортного комплекса регионов в части показателей качества и доступности транспортных услуг для владельцев собственных моторных ТС и пользователей общественного транспорта, велосипедистов и пешеходов, воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду, безопасность дорожного движения.

3. Проведенный сравнительный анализ показателей внешней среды по регионам РФ – индекса суровости погоды, уровня доходов населения и транспортного индекса – показал отсутствие устойчивой зависимости их влияния на безопасность дорожного движения.

4. Анализ нормативно-правовых документов и массива статистических данных аварийности позволил сформировать 3 целевые группы водителей в зависимости от вида управляемого транспортного средства. Анализ причин аварийности и тяжести последствий ДТП позволил сделать вывод о необходимости применения мероприятий, способствующих повышению БДД индивидуально к каждой целевой группе водителей.

5. Принятие необходимых мер для обеспечения обучения правилам дорожного движения на регулярной и постоянной основе отражено на международном уровне в рамках Венской конвенции о дорожном движении. В разрабатываемом в соответствии с пунктом 19 протокола заседания Правительственной комиссии по обеспечению безопасности дорожного движения от 24 августа 2023 г. № 1 Министерством внутренних дел Российской Федерации совместно с заинтересованными органами публичной власти

проекте Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2025 – 2030 годы с перспективой до 2036 отдельный раздел 6.2.2. посвящен системе непрерывного обучения населения основам безопасности дорожного движения (детский сад, школа, СУЗ, ВУЗ, дополнительное образование, места работы и др.)

6. Обобщая результат исследований трудов учёных посвященных роли человеческого фактора в возникновении и предотвращении ДТП, повышению надёжности водителей, установлена совокупность показателей определяющих подготовленность водителей, но не рассматривающая в прямой взаимосвязи с БДД.

## **РАЗДЕЛ 2. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

В разделе приводятся концептуальные основы теории безопасности дорожного движения. Научные результаты, представленные в данном разделе опубликованы в работах [128, 129, 136, 144, 146, 147, 151]. Личное участие соискателя заключается в развитии существующей концепция повышения безопасности дорожного движения на основе учёта параметров характеризующих подготовленность водителей, группировке их в индексы состояния безопасности дорожного движения. Доля авторского вклада составляет от 80 до 95 %.

### **2.1. «Водитель» в системе ВАДС**

Использование системного подхода при изучении безопасности дорожного движения показал, что ДТП является следствием сочетания ряда причин, из которых трудно выделить главную или оценить роль каждой из них, так как безопасность дорожного движения обеспечивается надёжным функционированием всей системы. Классическая схема взаимодействия элементов системы ВАДС (рисунок 2.1) представляет собой пирамиду с вершинами «водитель», «автомобиль», «дорога», «среда».

Общепринято считать, что первый самый значимый элемент «В – водитель» включает ошибки водителей, вызванные недостаточной профессиональной подготовкой, возрастом, состоянием здоровья, а так же темпераментом результатом которого будет склонность к риску, эмоциональная неустойчивость и т.д. Второй элемент «А – автомобиль» связан с техническим состоянием транспортных средств и возможностью обеспечения активной и пассивной безопасности. Третий элемент «Д – дорога» связан с неудовлетворительными дорожными условиями, которые включают в себя

состояние проезжей части и обочин, несоответствие размеров геометрических элементов дорог фактической скорости движения, сочетание элементов плана и профиля дороги и т.д. Четвертый элемент «С – среда» связан с неблагоприятными погодными-климатическими условиями: туман, атмосферные осадки, боковой ветер.

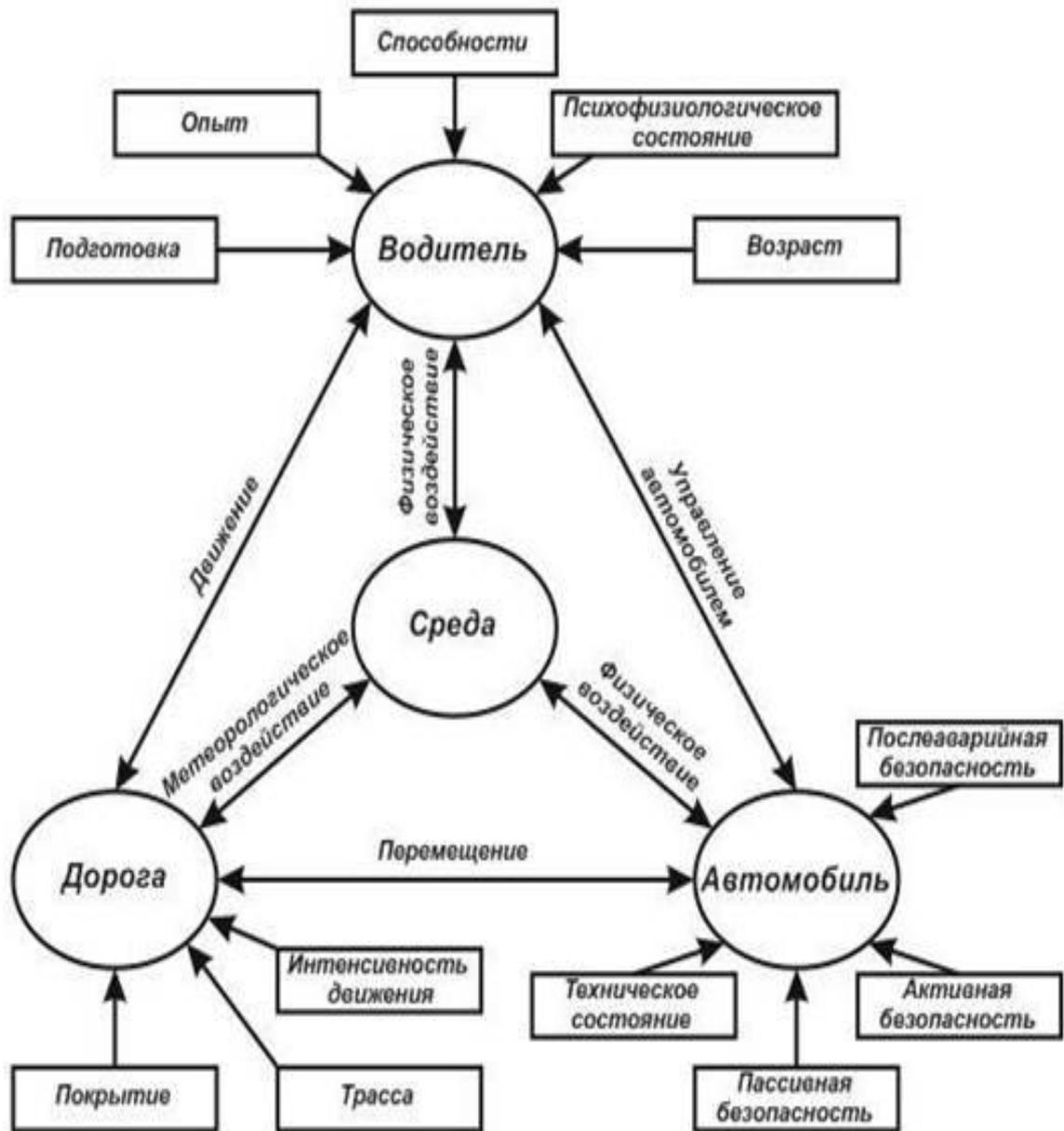


Рисунок 2.1 – Классическая упрощенная схема взаимодействия элементов системы ВАДС

Каждый из компонентов системы ВАДС может рассматриваться как система более низкого уровня.

В зависимости от задач исследования учёные изучают как отдельные подсистемы, так и их взаимодействия и устанавливают закономерности влияния на аварийность факторов отдельных подсистем.

Так, исследуя факторы, влияющие на возникновение дорожно-транспортных происшествий Бабков В.Ф., Лобанов Е.М., Клинковштейн Г.И., Иванов В.Н. изучают работу подсистемы «автомобиль – водитель – дорога» (А – В – Д) и устанавливают, что надёжность системы зависит от степени совершенства каждой её части [43, 45, 131, 132]. В этой системе Лобановым Е.М. детально исследуется подсистема «водитель» как наиболее сложная, включающая понятие «отказа» в работе водителя из-за перегрузок, а также изменение его психофизических показателей от влияния дорожных условий [45].

Занимаясь вопросами теории транспортных потоков, организации дорожного движения Сильянов В.В. и др. учёные оптимизируют управление системой «дорожные условия – транспортные потоки» (ДУ – ТП).

Сиденко В.М. выделяет семь основных подсистем: «среда – водитель», «водитель – автомобиль», «автомобиль – дорога», «среда – дорога», «дорога – автомобиль», «автомобиль – водитель», «среда – автомобиль» и для решения вопросов, связанных с повышением безопасности движения, считает необходимым проводить исследования двух подсистем «среда – водитель» и «среда – дорога».

Рассматривая взаимосвязь элементов системы ВАДС с позиции оценки режимов и безопасности движения, Васильев А.П. выделяет восемь существенных связей. Но, так как изучение взаимосвязей между подсистемами является задачей сложной, исследуется процесс влияния окружающей среды на дорогу и детально рассматривает подсистемы «среда – дорога», «дорога – водитель», «дорога – автомобиль».

Специфические особенности и проблемы дорожного движения представлены в работах В.И. Коноплянко [37], Г.И. Клинковштейна [131] и обусловлены прежде всего системой «водитель – автомобиль – дорога» (В – А – Д).

Клинковштейн Г.И. [131] в структуре системы «водитель – автомобиль – дорога – среда движения» выделяет механическую подсистему «автомобиль – дорога» (А – Д) и биомеханические подсистемы «водитель – автомобиль» (В – А) и «водитель – дорога» (В – Д), а также подсистемы «среда – водитель» (С – В), «среда – автомобиль» (С – А), «среда – дорога» (С – Д). В его интерпретации термин «среда» охватывает погодно-климатические факторы (метеорологическую видимость, осадки, ветер, температуру воздуха). Среда оказывает воздействие на водителя, автомобиль и дорогу в процессе их взаимодействия (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Взаимодействие подсистем по Клинковштейну Г.И. [131]

«Система «участник дорожного движения – транспортное средство – автомобильная дорога – среда» с целью обеспечения БДД по критерию «нулевой смертности» в ДТП на основе теории информационного взаимодействия» [180] представлена в трудах Е.В. Куракиной. Данную систему предлагается использовать как альтернативу традиционной системе ВАДС. В

укрупненную группу «участник дорожного движения» кроме водителя, пешехода и пассажира ТС (на основании нормативных документов) относят велосипедиста, мотоциклиста, а также участника движения, передвигающегося на средстве индивидуальной мобильности и др. [180 – 183].

В обеспечении безопасности дорожного движения водители имеют преобладающее значение. Их действия определяются индивидуальными качествами, отражающими совокупность физиологических и социально-психологических свойств: воспитание, характер, образование, здоровье, темперамент, тип нервной системы и др.

Следовательно, в целях повышения состояния безопасности дорожного движения следует изучить подготовленность водителя и параметры её характеризующие.

## **2.2. Подготовленность водителей**

Изменения скорости приобретения новых знаний и навыков с течением времени представляется в виде кривой, отражающей старт, медленный прогресс, ускорение и замедление прогресса (рисунок 2.3). Следует учесть, что каждому человеку в течение жизни свойственен определенный темп обучения и если длительное время знания и навыки не обновляются, то соответственно они устаревают. Период полураспада компетенций в настоящее время быстротечен и составляет 1-3 года [143].

За последние пятьдесят лет содержание Правил дорожного движения менялось неоднократно (рисунок 2.4). Трансформация коснулась всех пунктов: появились новые термины, знаки, разметка, изменились правила проезда перекрестков, железнодорожных переездов, трамвайных путей и обгона, исключили одни и добавили новые документы в перечень необходимых для водителя, ужесточились специальные условия перевозки детей [151].



Рисунок 2.3 – Кривая обучаемости – изменение скорости обучения с течением времени

Периодичность подготовки водителя  $q=f(x)$  определяется по формуле 2.1:

$$f(x+T)=f(x) \quad (2.1)$$

где  $T \neq 0$  – период функции;

Можно предположить, что с течением времени уровень знаний, умений и навыков (ЗУН) водителей безошибочно управлять транспортным средством изменяется в худшую сторону, что отрицательно повлияет на состояние БДД.

Параметром, характеризующим достигнутый уровень знаний, умений и навыков, является уровень освоения  $q$ :

$$q=q_{\text{текущий}}/q_{\text{max}}; 0 < q < 1 \quad (2.2)$$

где  $q_{\text{текущий}}$ ,  $q_{\text{max}}$  – текущий и максимальный уровень знаний, умений и навыков соответственно.

Очевидно, что  $q$  зависит от интенсивности подготовки. В простейшем случае интенсивность подготовки является бинарной (регулярная и нерегулярная подготовка) функцией времени  $I=f(t)$ , принимающей значения

0 или 1. В результате весь процесс можно представить графически (рисунок 2.5, рисунок 2.6):

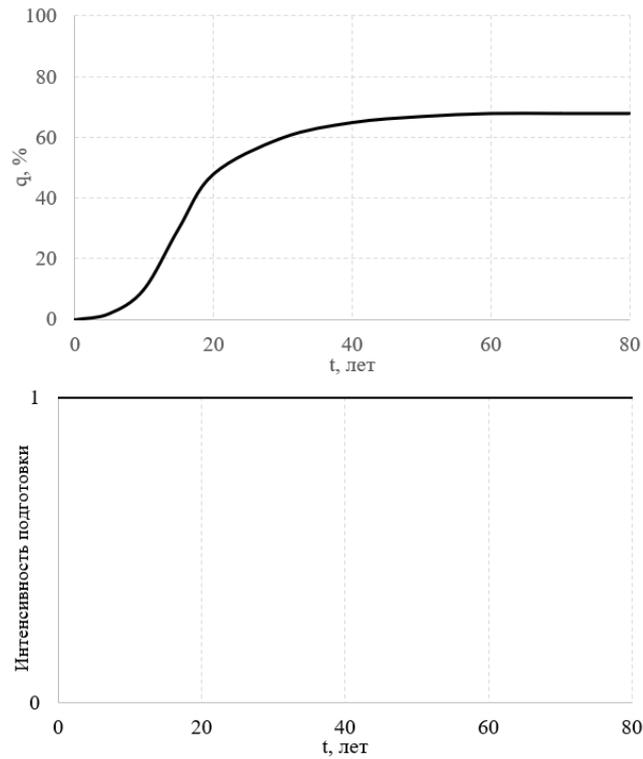


Рисунок 2.5 – Изменение уровня знаний ПДД, умений и навыков водителем, осуществляющим регулярную подготовку,  $I=1$

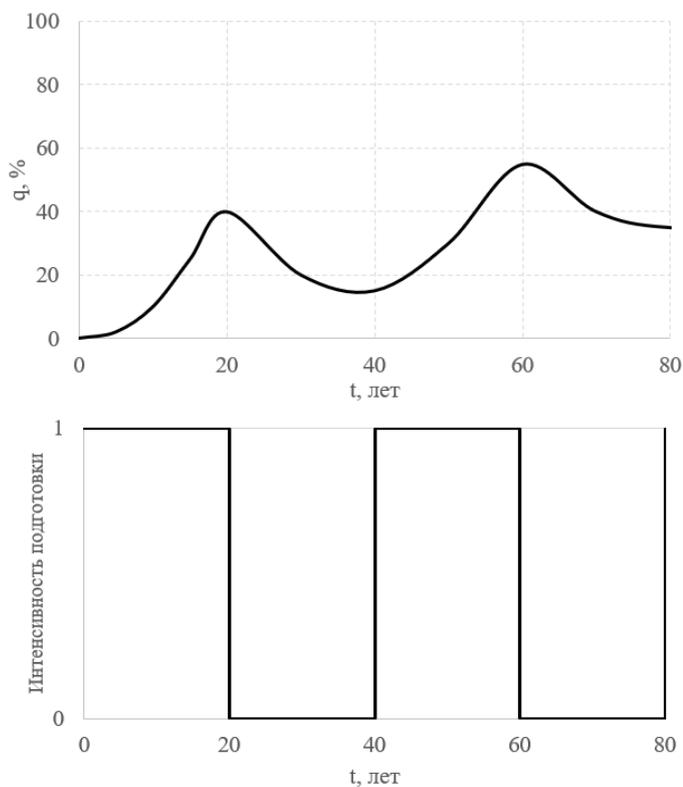


Рисунок 2.6 – Изменение уровня знаний ПДД, умений и навыков водителем, осуществляющим нерегулярную подготовку,  $I=\{1, 0\}$

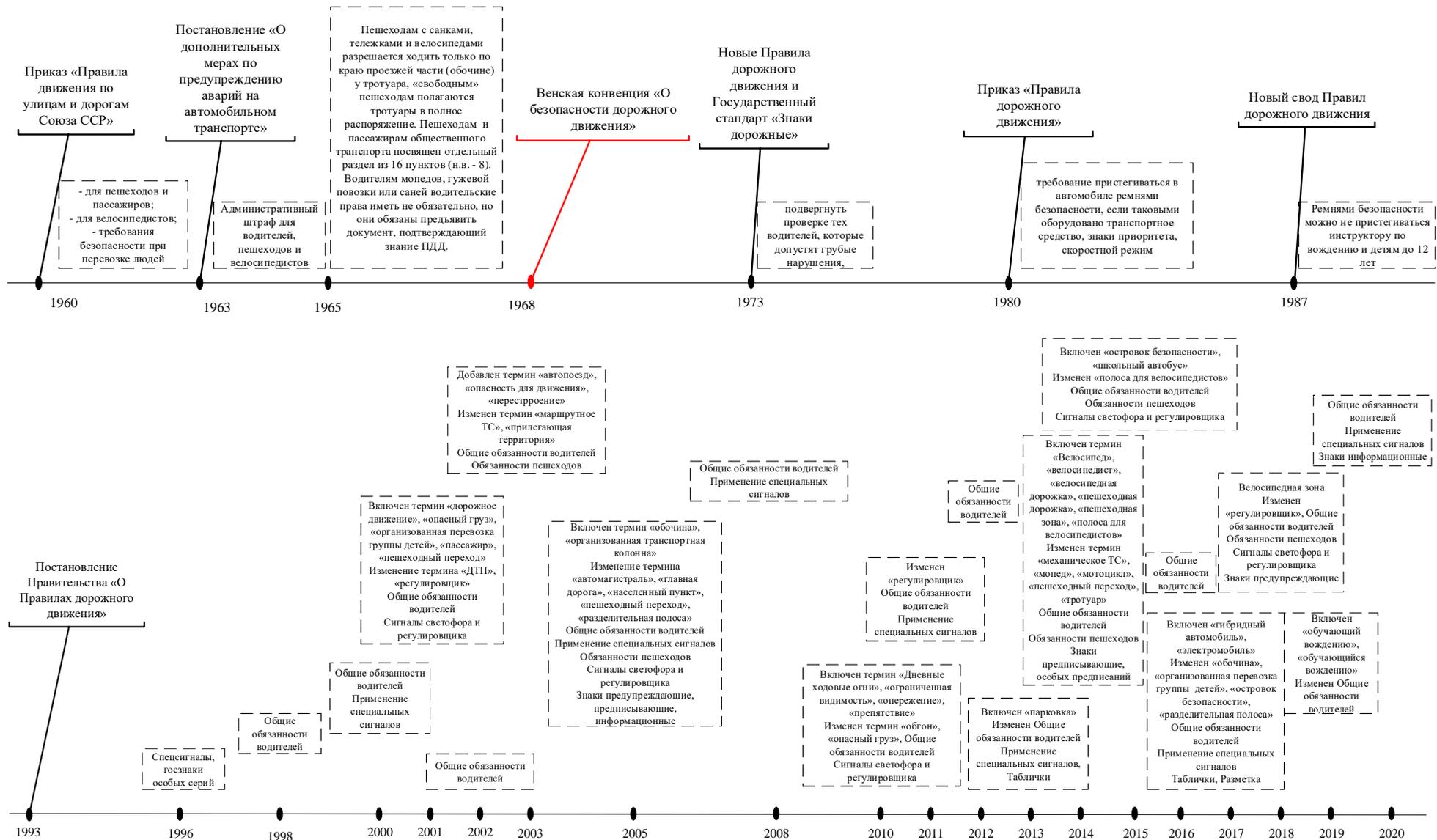


Рисунок 2.4 – Ретроспективный анализ изменения Правил дорожного движения, составлено автором [151]

При изучении причин ДТП, произошедших по вине водителей, следует различать понятия «ошибка» и «нарушение». В соответствии с различными нормативно-техническими документами «ошибка» является следствием недостатка в рассуждениях и последовательных выводах, непреднамеренное воздействие, приведшее к непреднамеренному результату, а «нарушение» – намеренное уклонение от требуемых правил работы, которое, по сути, является ненужным.

Уровень сложности решаемых конкретных дорожно-транспортных задач не всегда соответствует психическим, физическим, социальным характеристикам человека. Участник дорожного движения выполняет ошибочные действия, считая их как верные или необходимые в данной транспортной ситуации, и они непреднамеренны. В ином случае «ошибка» квалифицируется как «нарушение» [146].

Согласно исследованиям Железнова Е.И., Новикова И.А., Чванова В.В., J. Langford, S. Koppel, J. Charlton, B. Fildes, S. Newstead, Lococo K.H., Staplin L. рассмотрение возрастных групп водителей, дает возможность классифицировать их по данному показателю и определить основные ошибки [21, 64, 145, 73, 80].

По отношению к безопасности дорожного движения, существующие причины, способствующие ошибочным действиям водителя на улично-дорожной сети, можно разделить на объективные (1, 2, 3) и субъективные (4, 5). На основании проведенных исследований аварийности на автомобильном транспорте по вине водителя и ежегодно вносимых в Правила дорожного движения изменений, существующая классификация причин совершения ошибок дополнена группами «Ошибки, вызванные физическим, психологическим, эмоциональным состоянием, обуславливающим подготовленность водителя (возраст, стаж управления)» и «Ошибки, вызванные отсутствием умений, навыков, актуальных знаний о правилах дорожного движения» [129, 144] (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 – Классификация причин совершения ошибок водителями, способствующих ДТП, составлено автором [144]

Многочисленные исследования подтверждают, что безопасность дорожного движения возможно повысить путем обеспечения надёжности водителя. Термин «надёжность человеческого фактора» подразумевает способность человека выполнить задачи в конкретных условиях, с учётом различных ограничений (время реакции, видимость и пр.) [37, 130, 132, 191].

Качество подготовки, низкий уровень транспортной культуры и ответственности является одной из преобладающих причин допускаемых ошибок [38]. То есть первоочередной задачей следует рассматривать подготовку как дальнейшее поддержание и увеличение уровня знаний и навыков.

Таким образом, сведение к минимуму допускаемых в процессе дорожного движения ошибок и нарушений ПДД позволит повысить

безопасность дорожного движения. Повысить надёжность водителя возможно путем системной подготовки с учётом целевых групп.

Наличие у водителей актуальных знаний (о правилах дорожного движения, об административной и уголовной ответственности) означает упорядочение и актуализацию ранее полученной соответствующей информации. Наличие навыка безопасного поведения подразумевает повторение и доведение до автоматизма конкретных действий водителя. В свою очередь, совокупность приобретенных знаний и навыков выполнения конкретных действий будет обеспечивать умения водителя обеспечивать безопасность дорожного движения [136, 146].

### **2.3. Параметры подготовленности водителей и БДД**

С целью определения влияния водителей на состояние безопасности дорожного движения необходимо изучить параметры возраст водителя, стаж управления транспортным средством.

Анализ массива статистических данных аварийности на автомобильном транспорте по РФ, представленных на официальном сайте ГИБДД показал, что «...наибольшее количество – 29725 ДТП (25,5%) совершено водителями в возрасте 30-39 лет. На эти происшествия пришлось наибольшее число погибших (26,7%, или 3297 человек) и раненых (25,7%, или 39116 человек) (рисунок 2.3). ДТП, совершенные водителями возрастной группы 70 лет и старше характеризуются наибольшей тяжестью последствий (8,6)...» [5].

«...Увеличились значения основных показателей аварийности по вине водителей в возрасте 60 лет и старше. Количество ДТП увеличилось на 11,8% (15778 человек), число погибших в них увеличилось на 11,4% (1827 человек), раненых увеличилось на 10,9% (20142 человек). На 77,1% возросло количество ДТП (1739) совершенных водителями в возрасте до 16 лет, то есть лицами, которые не могли быть допущены к участию в дорожном движении в качестве водителя механического ТС...» [5].

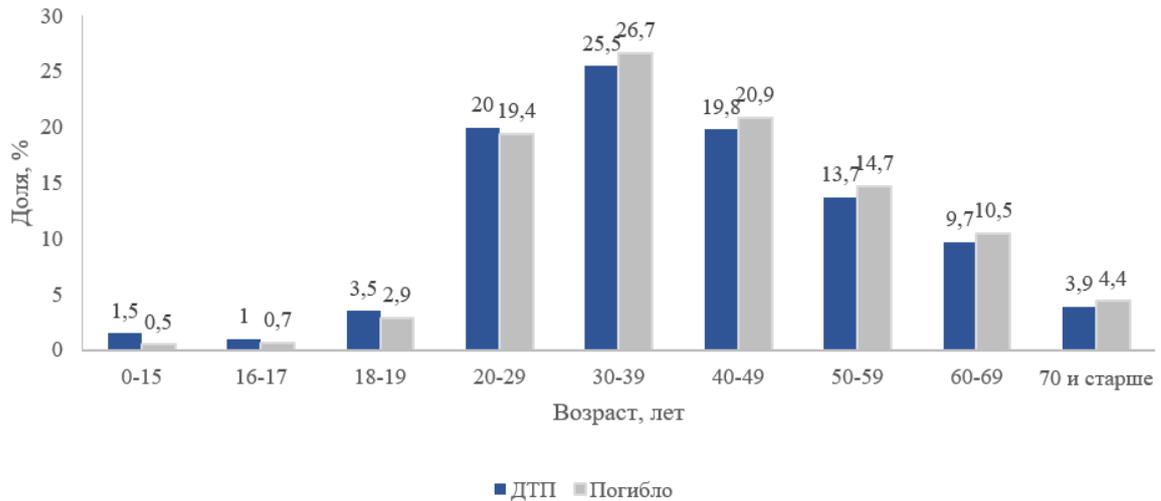


Рисунок 2.8 – Показатели аварийности по возрасту водителей, виновных в совершении ДТП, 2023 [5]

«Тяжесть последствий ДТП возрастает одновременно с увеличением возраста водителей ТС. Наибольший показатель имеют ДТП, совершенные водителями в возрасте 70 лет и старше (8,6)» [5] (рисунок 2.9).

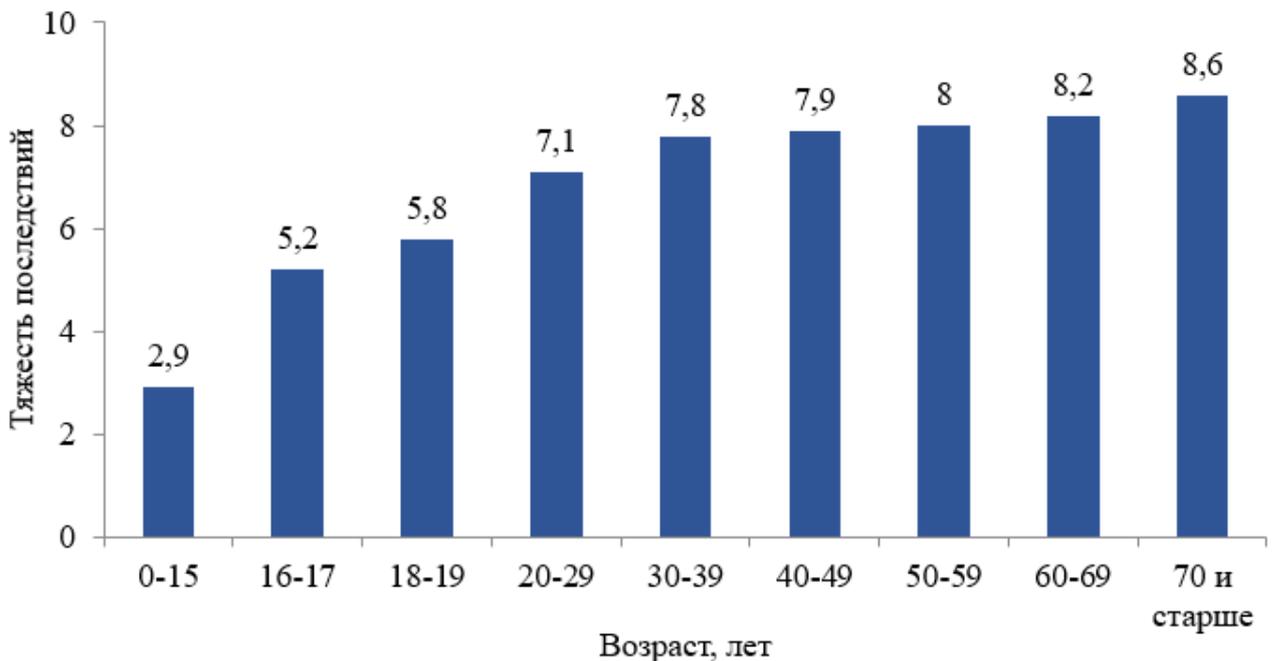


Рисунок 2.9 – Тяжесть последствий ДТП по возрасту водителей, виновных в их совершении, 2023 [5]

«При рассмотрении взаимосвязи стажа управления ТС с показателями аварийности по вине водителей установлено, что 50158 ДТП (43%) совершено водителями, имеющими стаж управления ТС 20 лет и более. Это связано с тем, что водителей с таким стажем управления наибольшее число. Доля погибших при этом составляет 5977 человек (48,5%) ...» [5] (рисунок 2.10, рисунок 2.11).

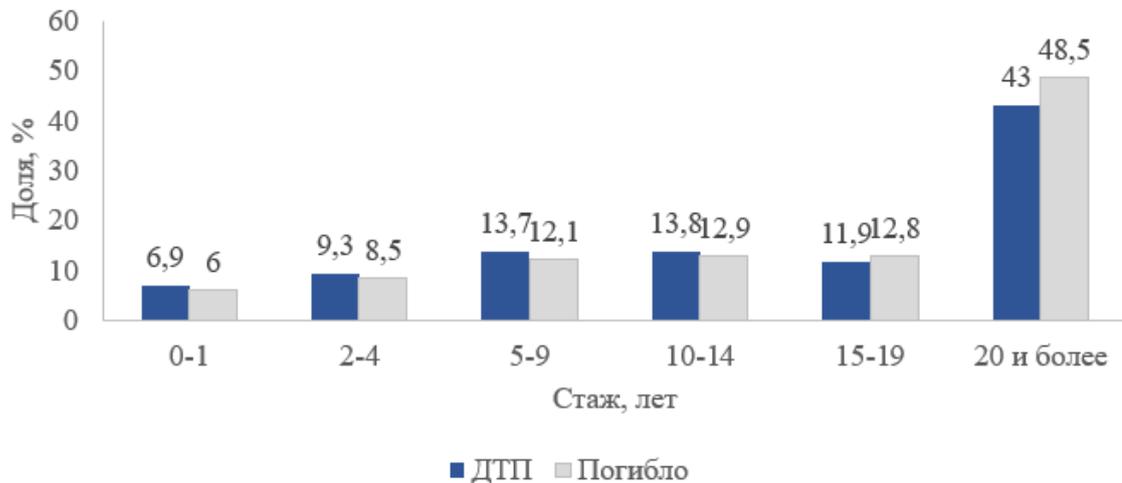


Рисунок 2.10 – Показатели аварийности в зависимости от стажа водителя, виновного в ДТП, [5]

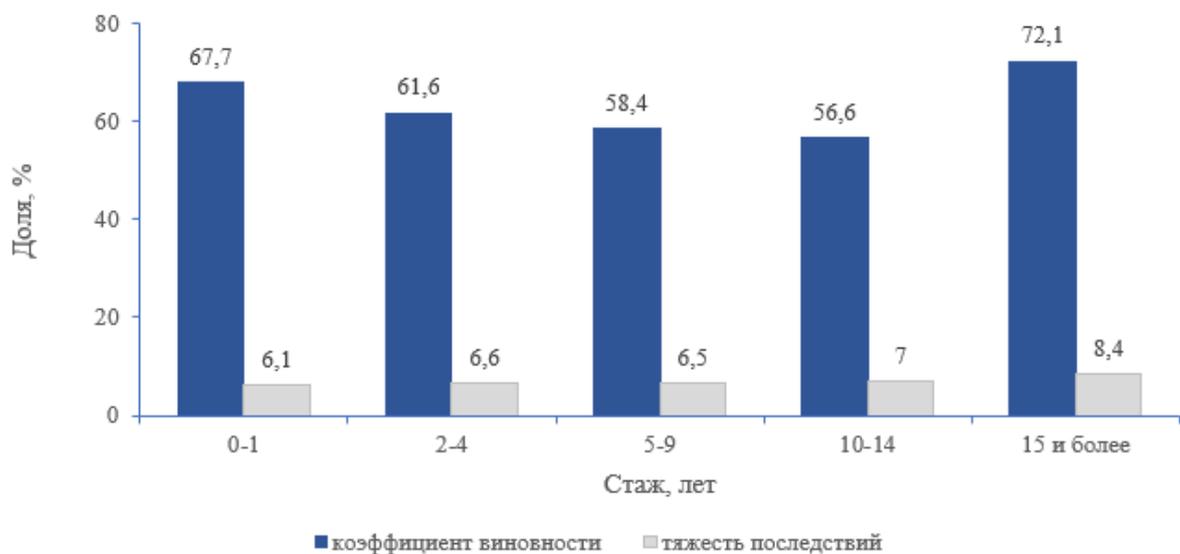


Рисунок 2.11 – Относительные показатели аварийности в зависимости от стажа водителя, виновного в ДТП, [5]

В 2023 году, «впервые за четыре года, отмечается увеличение на 3,2% (8042 ДТП) показателей аварийности по вине малоопытных водителей. Число погибших увеличилось на 8,6% (736 человек), число раненых увеличилось на 3,9% (11409 человек). Рост аварийности произошел на фоне сокращения на 4,8% (2,18 млн.) числа таких водителей» [5].

«Показатель числа погибших по вине малоопытных водителей на 10 тыс. малоопытных водителей (аналог социального риска) в 2023 году увеличился и составил 3,38» [5] (рисунок 2.12).



Рисунок 2.12 – Количество малоопытных водителей, число погибших в ДТП по их вине, коэффициент опасности малоопытных водителей, [5]

«В связи с тем, что абсолютные показатели аварийности в зависимости от возраста или стажа виновных в совершении ДТП водителей в значительной степени зависят от численности водителей соответствующих возрастных групп и групп с различным стажем управления ТС, целесообразно оценить водителей по возрасту и стажу, рассмотрев их коэффициент виновности. Коэффициент виновности показывает долю ДТП, произошедших по вине водителей соответствующей возрастной категории и с определенным стажем управления ТС от общего количества ДТП с их участием. Для большей репрезентативности проанализированы совокупные данные по каждой категории за период с 2017 по 2023 год» [5].

Наибольший удельный вес виновности в совершенных ДТП соответствует водителям автобусов возрастных групп 21 – 29 лет и старше 60 лет. По их вине произошло около 50% ДТП [5].

Водители со стажем до 4 лет включительно и 40 лет и более виновны в 50% ДТП, в которых участвовали (рисунок 2.13).

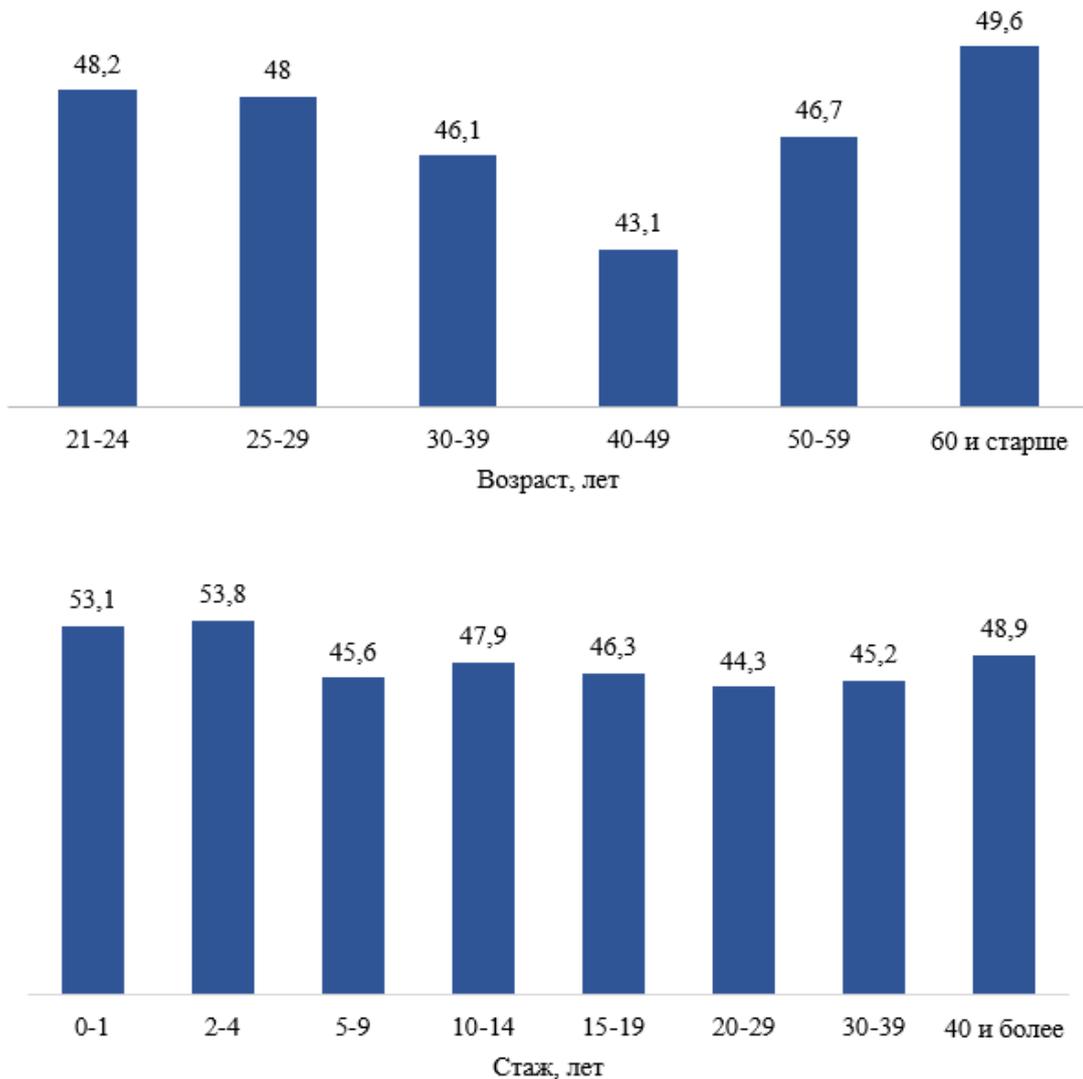


Рисунок 2.13 – Коэффициент виновности водителей автобусов в зависимости от возраста и стажа управления, [5]

«36,3% пострадавших велосипедистов составляют лица в возрасте 5-19 лет. Число погибших возрастает по мере увеличения возраста. На лиц в возрасте 55 лет и старше приходится 43,6% от общего числа погибших в ДТП велосипедистов» [5] (рисунок 2.14).

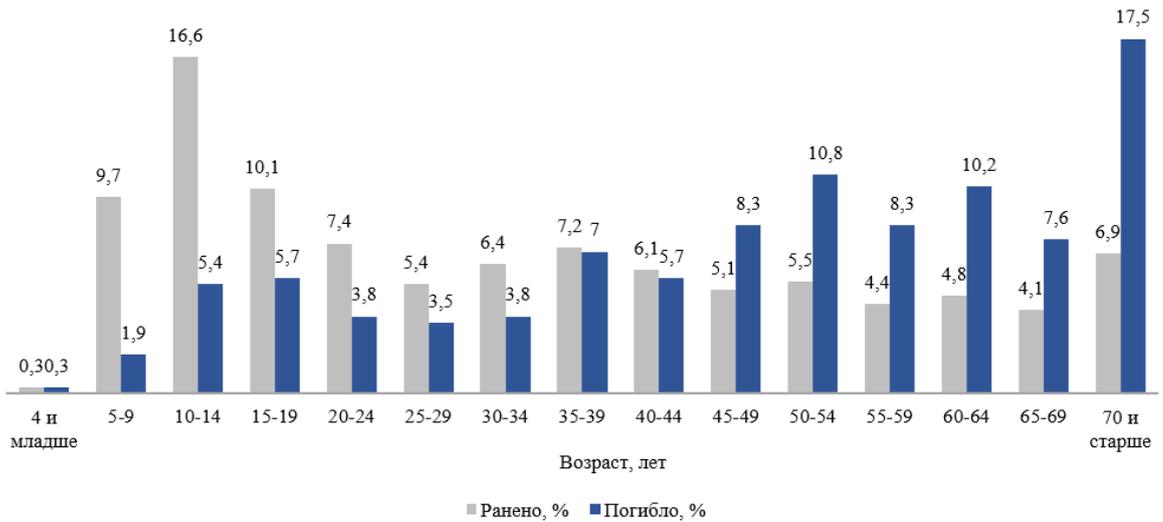


Рисунок 2.14 – Пострадавшие в ДТП велосипедисты (%) по возрастным группам, [5]

«Почти 32% пострадавших в ДТП с участием немеханических транспортных средств – СИМ– составляют лица в возрасте 16 - 25 лет. Количество пострадавших в возрасте от 25 лет снижается. Суммарно на возраст 25 лет и более приходится около половины от общего числа пострадавших» [5] (рисунок 2.15).

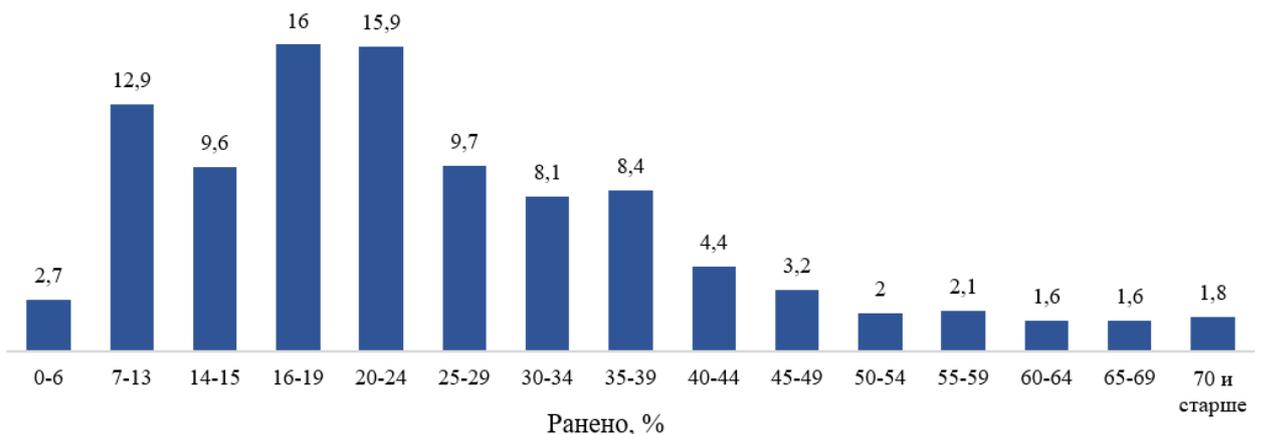


Рисунок 2.15 – Пострадавшие в ДТП с участием СИМ (%) по возрастным группам, [5]

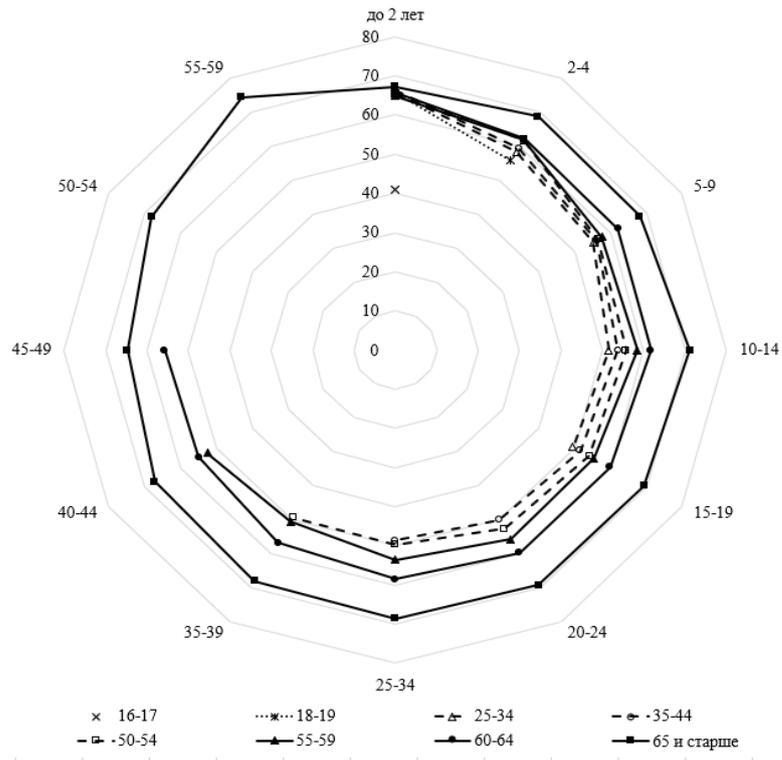


Рисунок 2.16 – ДТП по вине водителей (%) в зависимости от возраста

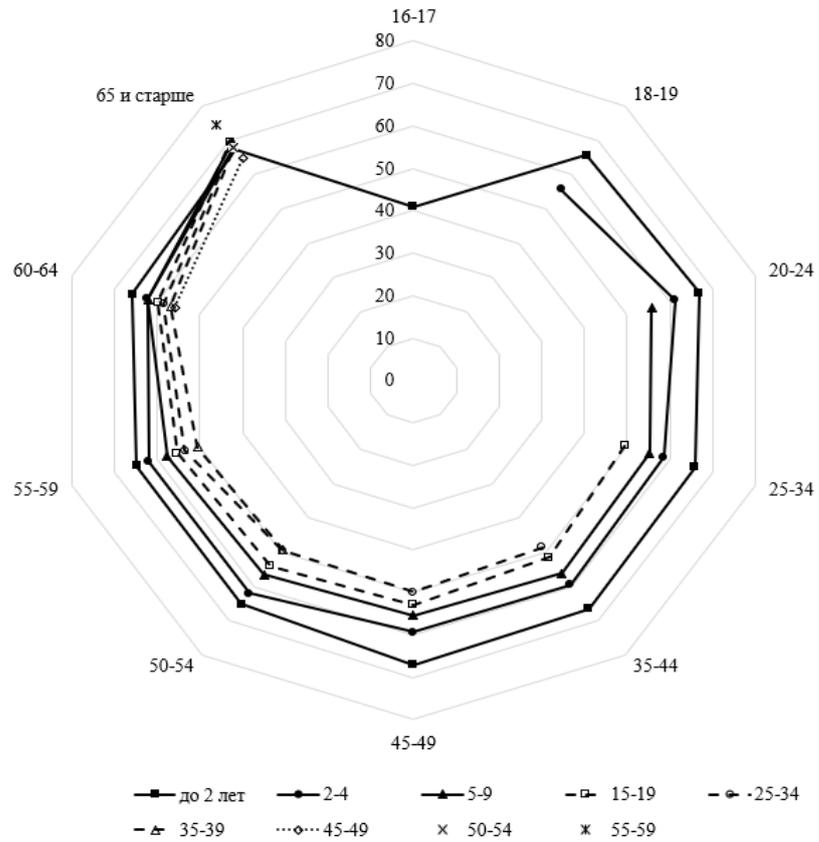


Рисунок 2.17 – ДТП по вине водителей (%) в зависимости от стажа управления ТС

«Высокий коэффициент виновности отмечается у водителей, имеющих стаж управления ТС менее двух лет. Практически во всех возрастных группах его показатель равен или превышает 64% (исключение составляют водители в возрасте от 16 до 18 лет – 42,3%)» [5] (рисунок 2.16, 2.17).

«... С увеличением водительского стажа значение коэффициента виновности снижается во всех возрастных группах. Наименьшие значения отмечены для водителей в возрасте от 25 до 55 лет, имеющих стаж управления не менее 10 лет. Среднее значение коэффициента виновности для данных водителей составляет 51%. Относительно высокие показатели коэффициента виновности наблюдаются при достижении водителями возраста 60 лет. Однако стоит заметить, что водители в возрасте от 60 до 65 лет, имеющие стаж 25 лет и более, все же отличаются несколько меньшими показателями. К наибольшей группе риска относятся водители в возрасте 65 лет и старше. Среднее значение коэффициента виновности для данных водителей составляет 69%, то есть данные водители являлись виновными практически в 7 из 10 ДТП с их участием. Причем, в отличие от других возрастных групп, водители данной группы, имеющие большой стаж, не так значительно отличаются от малоопытных водителей...» [5].

«Лица в возрасте до 16 лет, то есть те, которые не могли быть допущены к участию в дорожном движении в качестве водителя механического ТС и, соответственно, не могли иметь стаж управления ТС, имеют один из наиболее высоких показателей коэффициента виновности – 74 в 2023 году» [5].

В результате исследования аварийности по причине нарушения ПДД водителем с учётом возрастных групп и стажа управления, становится необходимым провести анализ состояния БДД по регионам РФ.

Наиболее высокий показатель аварийности в зависимости от возраста водителей соответствует Центральному ФО и Приволжскому ФО. Наибольшая тяжесть последствий ДТП, несмотря на относительно невысокое количество ДТП, фиксируется у Северо-Кавказского ФО (рисунок 2.18).

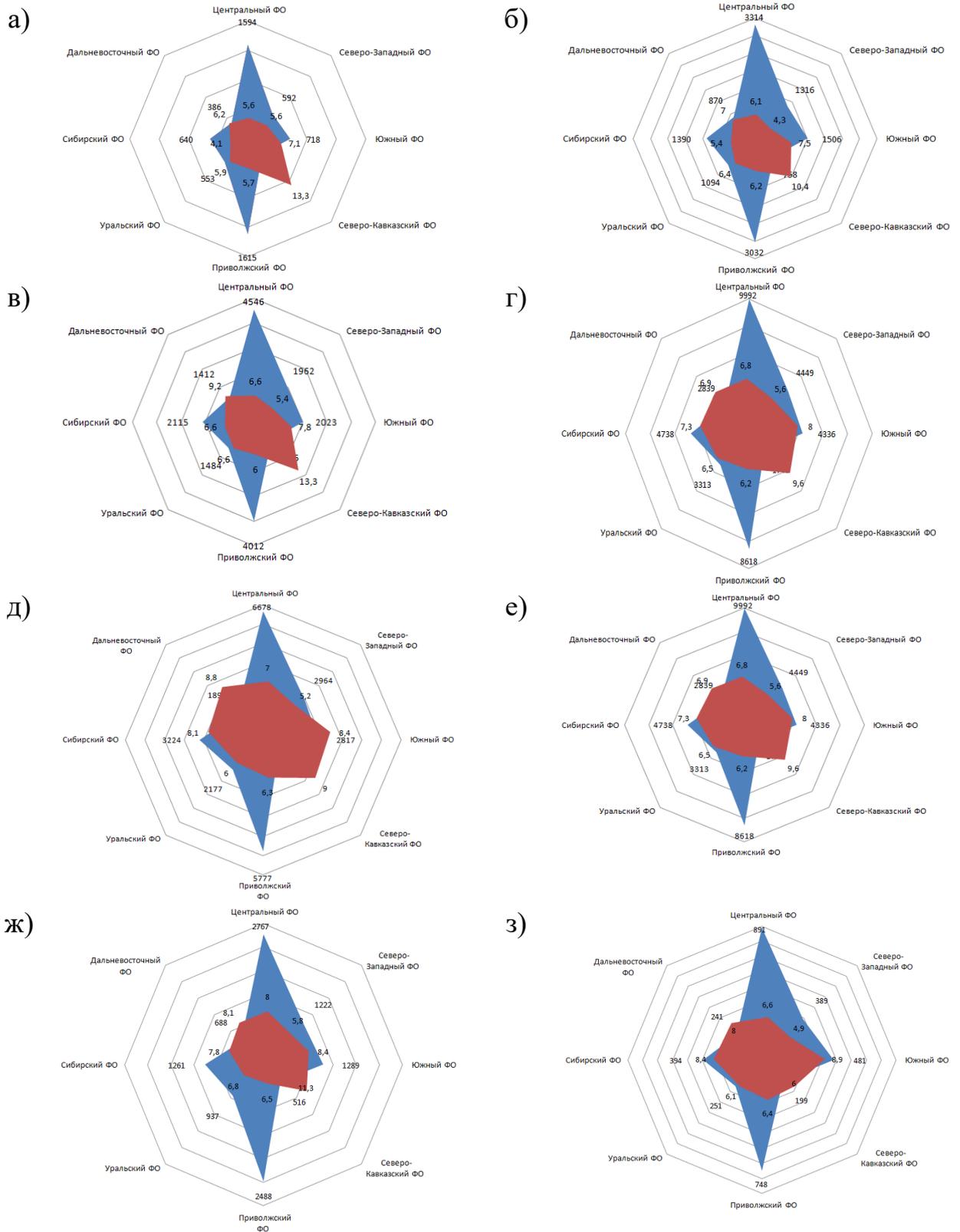


Рисунок 2.18 – Показатели количества ДТП (синий цвет) и тяжести последствий (красный цвет) по ФО, 2019 г. с участием водителей [5, 14]: а) от 18 до 21 года; б) от 21 до 25 лет; в) от 25 до 30 лет; г) от 30 до 40 лет; д) от 40 до 50 лет; е) от 50 до 60 лет; ж) от 60 до 70 лет; з) старше 70 лет

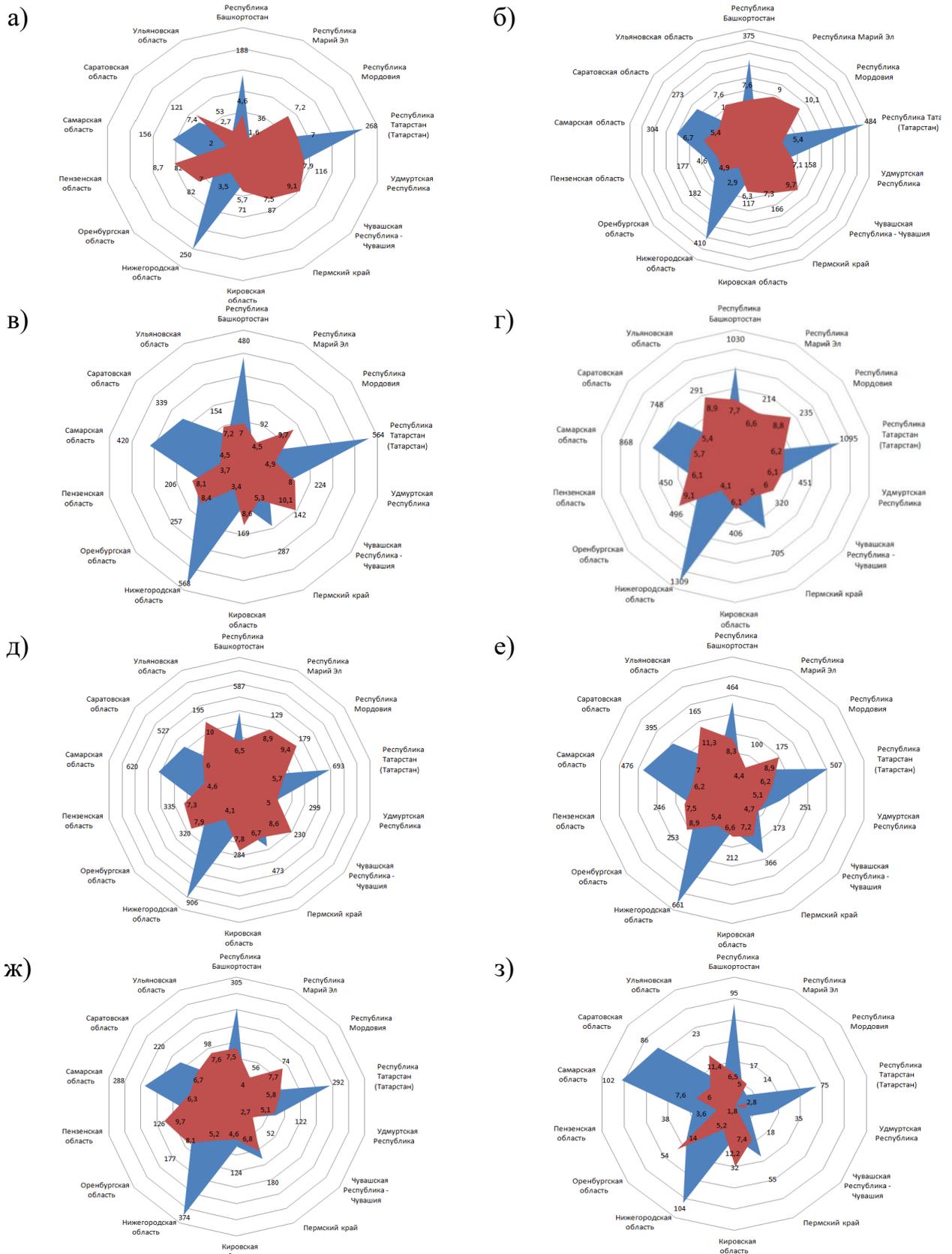


Рисунок 2.19 – Показатели количества ДТП (синий цвет) и тяжести последствий (красный цвет) по Приволжскому ФО, 2019 г. с участием водителей [5, 14]: а) от 18 до 21 года; б) от 21 до 25 лет; в) от 25 до 30 лет; г) от 30 до 40 лет; д) от 40 до 50 лет; е) от 50 до 60 лет; ж) от 60 до 70 лет; з) старше 70 лет

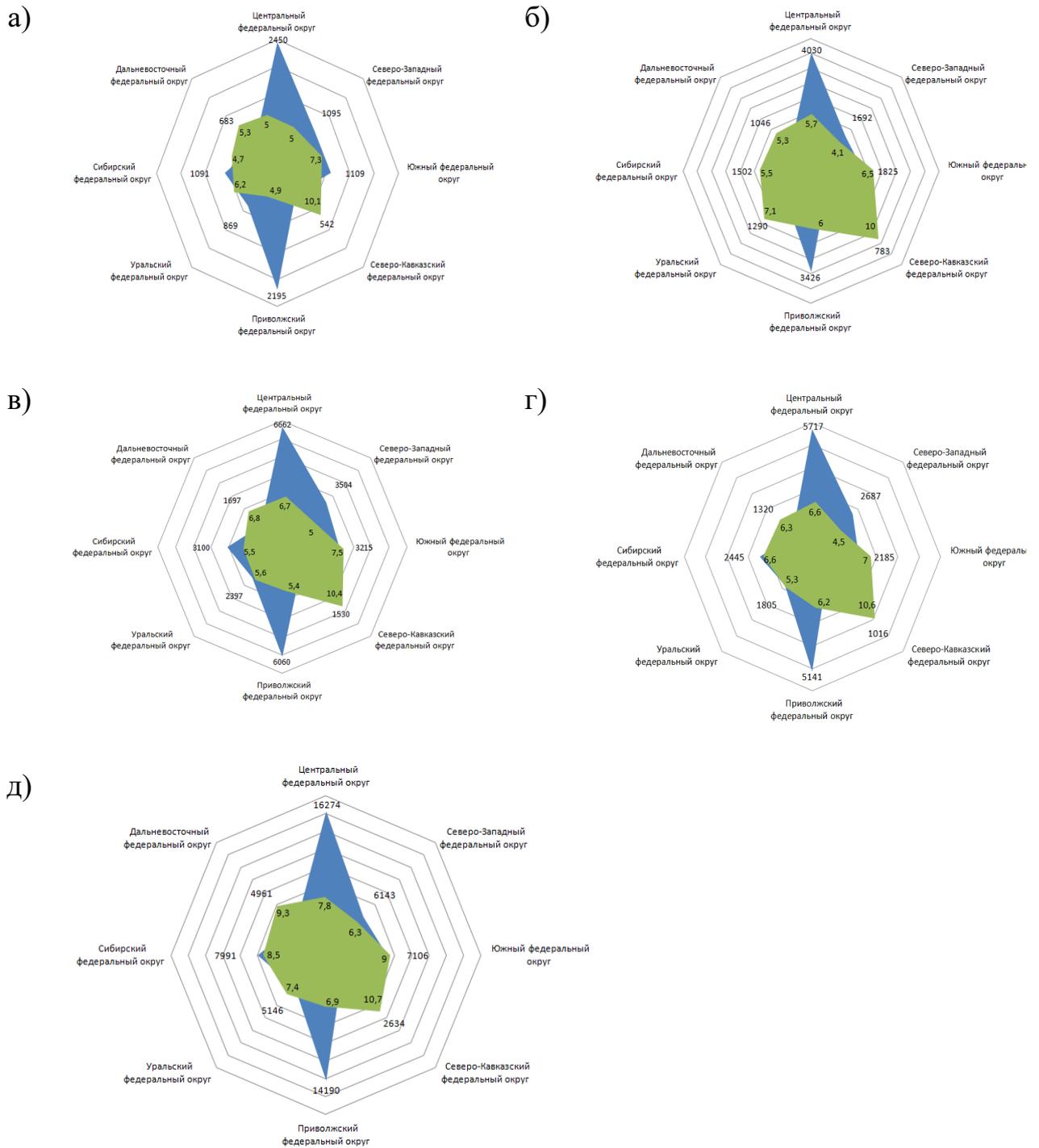
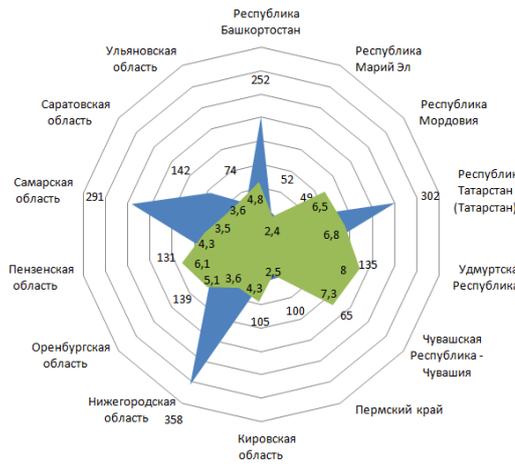
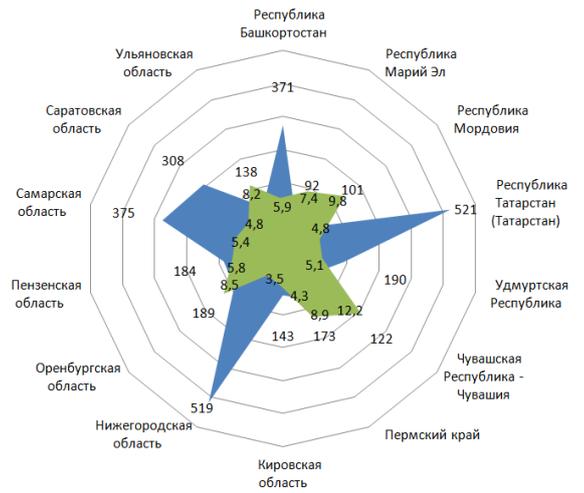


Рисунок 2.20 – Показатели аварийности (синий цвет) и тяжести последствий (зеленый цвет) ДТП с участием водителей по ФО РФ, 2019 г. со стажем управления [5, 14]: а) До 2-х лет; б) от 2 до 5 лет; в) от 5 до 10 лет; г) от 10 до 15 лет; д) свыше 15 лет

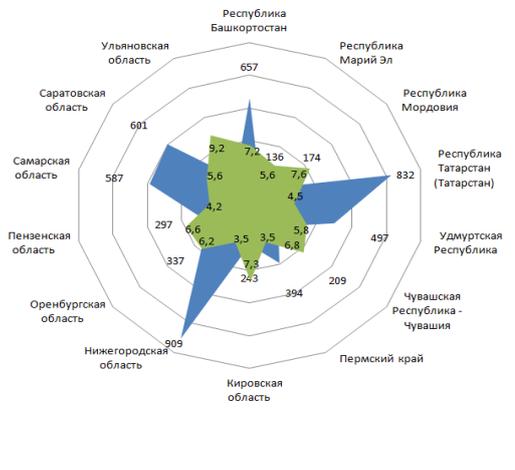
а)



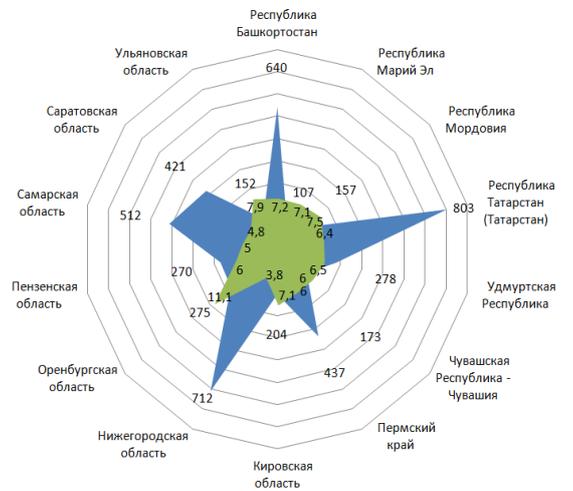
б)



в)



г)



д)

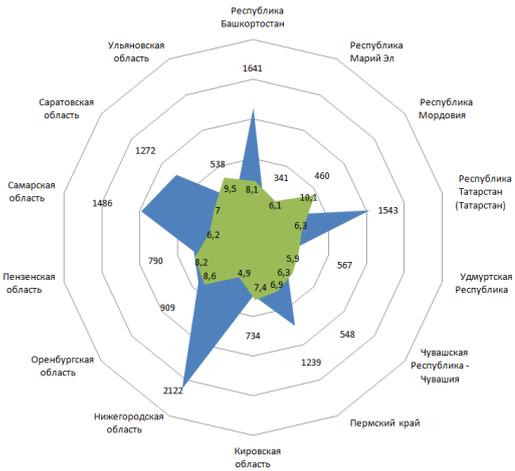


Рисунок 2.21 – Показатели аварийности (синий цвет) и тяжести последствий ДТП (зеленый цвет) с участием водителей по Приволжскому региону РФ, 2019 г. со стажем управления [5, 14]: а) до 2-х лет; б) от 2 до 5 лет; в) от 5 до 10 лет; г) от 10 до 15 лет; д) свыше 15 лет

Наиболее высокий показатель аварийности в Приволжском ФО соответствует Республике Башкортостан, Республике Татарстан, Нижегородской и Самарской области. Но, тяжесть последствий значительно меньше по сравнению с другими менее аварийными регионами Приволжского ФО. Стабильно высокая тяжесть последствий ДТП фиксируется в Пензенской области (рисунок 2.19).

Наиболее высокий показатель аварийности в зависимости от стажа управления транспортным средством соответствует Центральному ФО и Приволжскому ФО. Наибольшая тяжесть последствий ДТП фиксируется у Северо-Кавказского ФО (рисунок 2.20).

В Приволжском ФО наиболее высокий показатель аварийности вне зависимости от стажа управления автомобилем соответствует Республике Башкортостан, Республике Татарстан, Нижегородской и Самарской области. Но, тяжесть последствий значительно меньше по сравнению с другими менее аварийными областями Приволжского ФО. Стабильно высокая тяжесть последствий ДТП фиксируется в Пензенской области (рисунок 2.21).

На данном этапе определены параметры подготовленности водителей (возраст, стаж).

#### **2.4. Концептуальные основы теории безопасности дорожного движения с учётом параметров подготовленности водителей**

Степень защищенности участников дорожного движения от дорожно-транспортных происшествий и их последствий определяет термин «безопасность дорожного движения» [81].

В свою очередь процесс обеспечения безопасности дорожного движения заключается в деятельности, направленной на предупреждение причин возникновения дорожно-транспортных происшествий, снижение тяжести их последствий. Формулировка вышеуказанных терминов зафиксирована в Федеральном законе РФ «О безопасности дорожного движения» [27].

Главной составляющей теории безопасности дорожного движения является положение Федерального закона «О безопасности дорожного движения» – охрана жизни, здоровья и имущества граждан, защита их прав и законных интересов, а также защита интересов общества и государства путем предупреждения дорожно-транспортных происшествий, снижения тяжести их последствий. Данное положение является аксиомой и зафиксировано в нормативном акте высшей юридической силы – Конституции Российской Федерации – и находится в основе других законов, направленных на сохранение жизни и здоровья человека [129].

Зарубежные учёные [32] отобразили иерархию целевых показателей в области БДД в виде пирамиды (рисунок 2.22, 2.23, 2.24).



Рисунок 2.22 – Иерархия целей в области безопасности дорожного движения  
(по Koornstra M.) [32]

На каждый уровень в этой иерархии могут влиять внешние факторы (рисунок 2.23). Например, демографические различия и социальные различия, а также климатические условия и окружающая среда. Кроме того, необходимо учитывать географическое положение и критерии оценивания.



Рисунок 2.23. – Иерархия целей в области безопасности дорожного движения, на которую влияют внешние факторы (по Koornstra M.) [32]

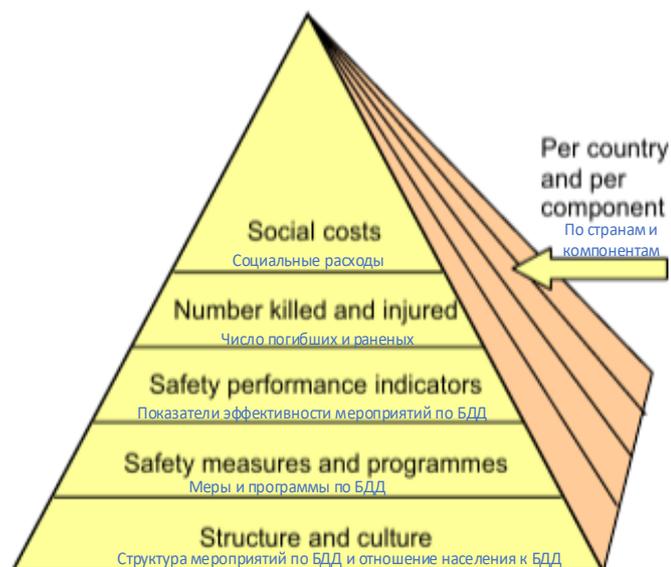


Рисунок 2.24. – Целевая пирамида: иерархия целевых показателей безопасности дорожного движения на разукрупненном уровне (по Koornstra M.) [32]

На основании изученных работ отечественных и зарубежных учёных составлена пирамида составляющих теории безопасности дорожного движения «обеспечение – контроль – следствие – анализ результатов» (рисунок 2.25) [128, 129].

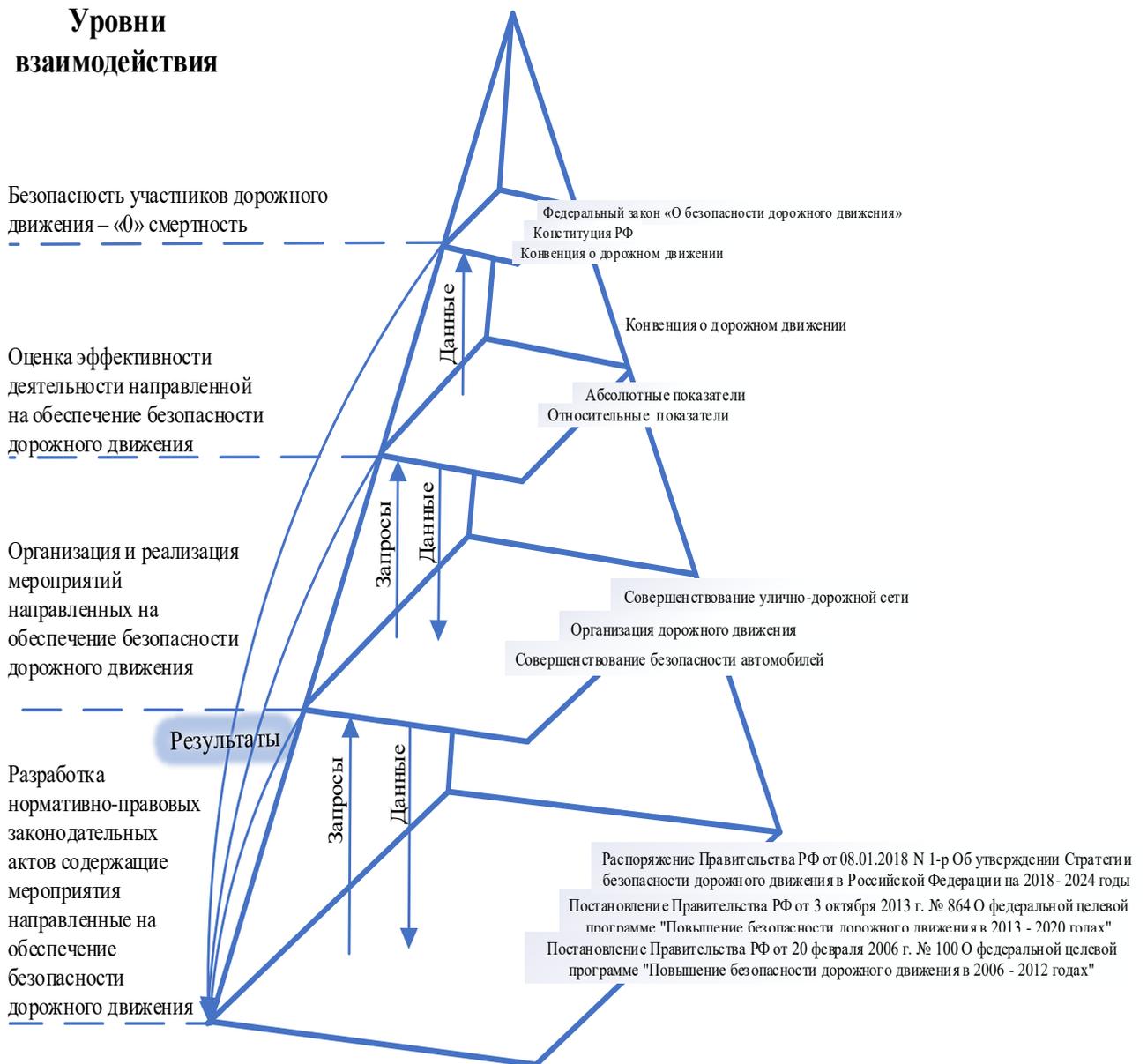


Рисунок 2.25 – Схема существующей концепции обеспечения безопасности дорожного движения, составлено автором [128, 129]

Первым уровнем пирамиды является разработка мероприятий, направленных на обеспечение безопасности дорожного движения. Алгоритм

формирования теории безопасности дорожного движения базируется на концептуальных знаниях о ее составе и структуре. В процессе исследования изучены материалы, посвященные принципам, методам и средствам обеспечения безопасности дорожного движения [4, 16, 17, 26, 81, 114].

В подавляющем большинстве мероприятия, содержащиеся в изученных документах имеют организационную или техническую направленность и заключаются в регулировании деятельности на автомобильном транспорте, в дорожном хозяйстве, осуществлении деятельности по организации дорожного движения, обязательной сертификации транспортных средств, лицензировании отдельных видов деятельности на автомобильном транспорте, проведении социально ориентированных мероприятий на транспорте; осуществлении федерального государственного надзора в области обеспечения безопасности дорожного движения [129, 147].

Данные мероприятия разработаны и изложены в нормативно-правовых законодательных актах, положениях в области обеспечения безопасности дорожного движения и устанавливают полномочия и ответственность Правительства Российской Федерации, федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления.

Второй уровень пирамиды отражает выполнение мероприятий, указанных на первом уровне, а также контроль деятельности общественных объединений, юридических и физических лиц в целях предупреждения дорожно-транспортных происшествий и снижения тяжести их последствий.

Это содержательный уровень, в котором реализуются меры, связанные со строительством, ремонтом и эксплуатацией автомобильных дорог и оснащением их техническими средствами организации дорожного движения, с совершенствованием транспортных средств и подготовкой водителей для безопасного участия в транспортном процессе. Реализация данных мер относится к компетенции Министерства Транспорта (Федеральная служба по надзору в сфере транспорта, Федеральное дорожное агентство), Министерства

науки и высшего образования, Министерства здравоохранения, Министерства внутренних дел и распределяется по подведомственным организациям и учреждениям.

Третий уровень пирамиды – оценка эффективности деятельности, направленной на повышение состояния безопасности дорожного движения.

Самым простым способом оценки эффективности является сравнение абсолютных или относительных показателей, объективно отражающих состояние аварийности на автомобильном транспорте за определенный период времени. Но, основной принцип оценки эффективности заключается в денежном подходе. Принципы системности и стохастичности условий их реализации являются немаловажными и должны обязательно учитываться при оценке эффективности мероприятий по безопасности дорожного движения.

Оценка эффективности мероприятий должна проводиться с позиции не только «экономические потери», но и «социальные потери», так как вершиной пирамиды теории безопасности дорожного движения является показатель «0» смертности в результате совершения дорожно-транспортных происшествий [129].

Примерно 90 % ДТП совершаются по причине нарушения правил дорожного движения водителем. Необходимо учитывать, что в соответствии с ПДД водителем считается не только человек, управляющий механическим транспортным средством – автомобилем, но и тот, кто управляет немеханическим транспортным средством, гужевой повозкой, санями. Также к водителям относятся «обучающий вождению, погонщики, ведущие по дороге вьючных, верховых животных или стадо».

В развитии существующей концепции [6] решения проблемы обеспечения безопасности движения предложено использовать параметры подготовленности водителей разных целевых групп и анализировать их с учётом показателей среды регионов РФ.

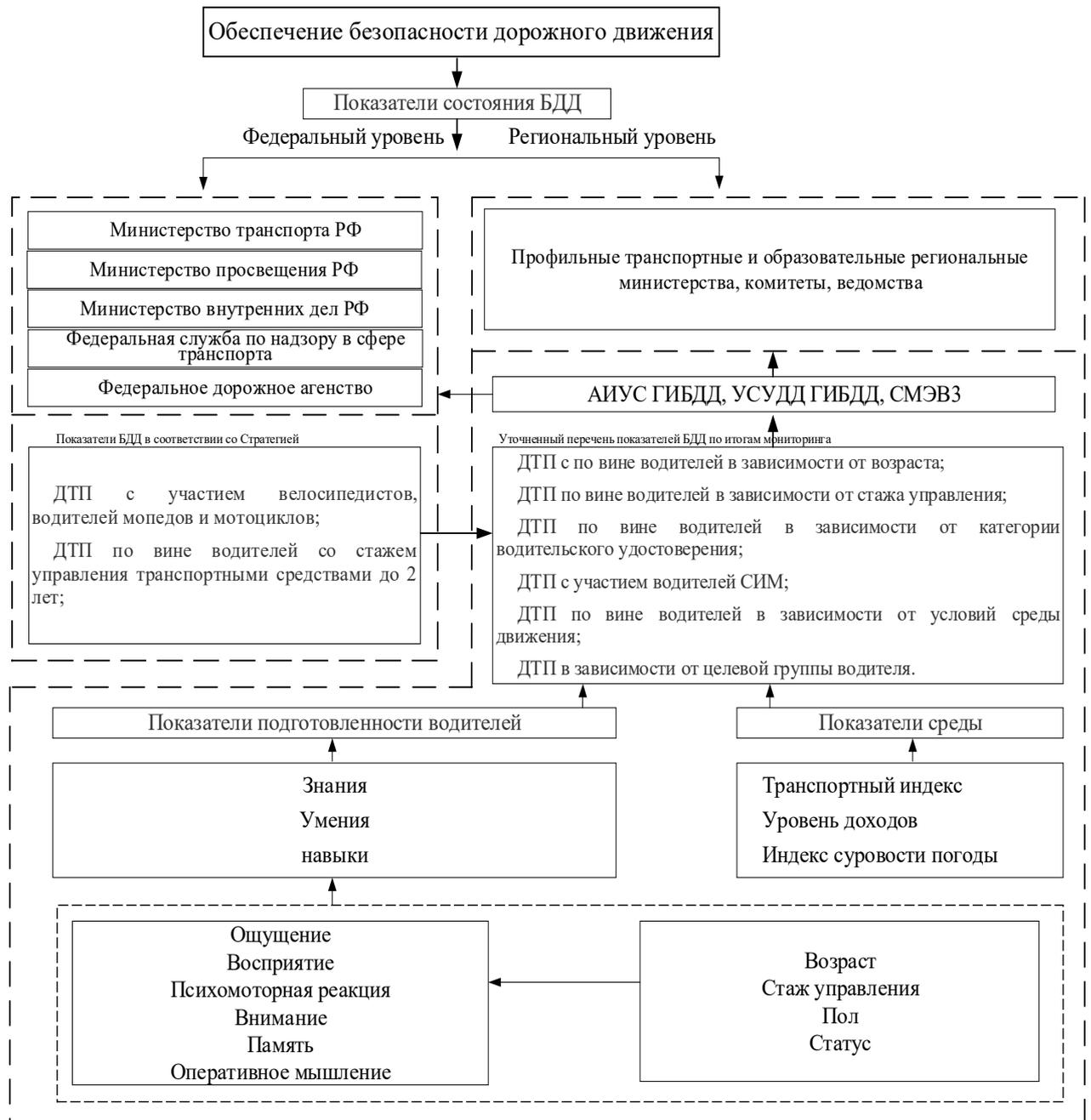


Рисунок 2.26 – Структурно-функциональная схема связей по обеспечению БДД с учётом параметров подготовленности водителей, составлено автором

Данные исследования необходимы в части реализации Распоряжения Правительства РФ от 08.01.2018 № 1-р, где одним из основных направлений является совершенствование подготовки водителей. В соответствии со Стратегией показателями БДД являются количественные значения, характеризующие «ДТП с участием велосипедистов, водителей мопедов и мотоциклов», «ДТП по вине водителей со стажем управления транспортными

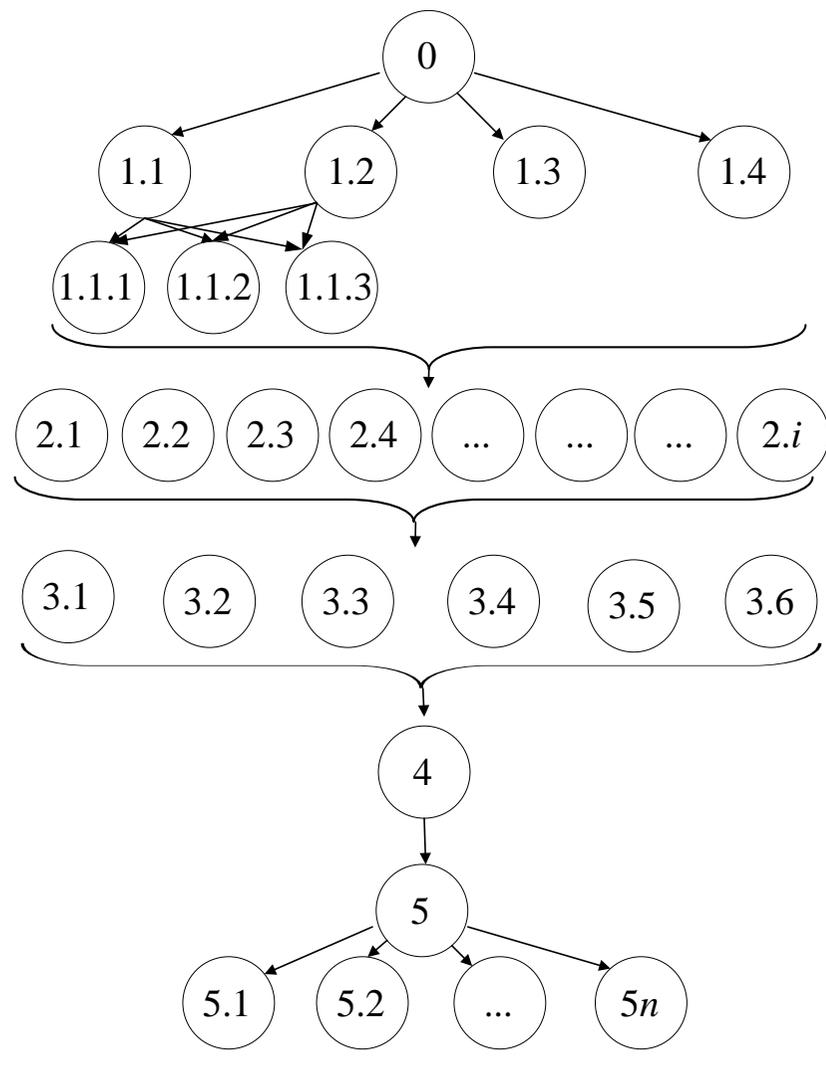
средствами до 2-х лет». В Стратегии указано, что данный набор показателей не является исчерпывающим и может уточняться по результатам мониторинга. Поэтому, для обеспечения БДД целесообразно ввести учёт показателей характеризующих «ДТП по вине водителей в зависимости от возраста», «ДТП по вине водителей в зависимости от стажа управления», «ДТП по вине водителей в зависимости от категории водительского удостоверения», «ДТП с участием водителей СИМ», «ДТП в зависимости от целевой группы водителей», «ДТП по вине водителей в зависимости от условий среды движения» (рисунок 2.26).

Взаимодействие федерального и региональных уровней осуществляется на основе обмена полученными данными и необходимыми запросами о существующем и планируемом состоянии безопасности дорожного движения посредством систем информационного взаимодействия. Представленная структурно-функциональная схема связей по обеспечению БДД с учётом параметров подготовленности водителей имеет концептуальную структуру и предложена в развитии существующей теории БДД.

Таким образом, обеспечение БДД с учётом параметров, определяющих подготовленность водителей будет выглядеть в виде иерархии (рисунок 2.27).

Нулевой уровень отражает состояние безопасности дорожного движения и соответствует установленным целевым показателям.

Первый уровень соответствует объектам системы ВАДС. На основании Федерального закона РФ «О безопасности дорожного движения» и ПДД РФ сформированы следующие целевые группы водителей: 1.1.1 – водители механических ТС (водители автомобилей, мотоциклов, трамваев, троллейбусов, тракторов и т.п.); 1.1.2 – водители немеханических ТС (водители велосипедов, средств индивидуальной мобильности, гужевых повозок, саней и т.п.); 1.1.3 – иные водители (обучающий вожждению, погонщики, ведущие по дороге вьючных, верховых животных или стадо).



### Нулевой уровень - состояние БДД

Абсолютные и относительные целевые показатели аварийности

### Первый уровень - объекты системы ВАДС

Целевые группы водителей: 1.1.1 – водители механических ТС (водители автомобилей, мотоциклов, трамваев, троллейбусов, тракторов и т.п.); 1.1.2 – водители немеханических ТС (водители велосипедов, средств индивидуальной мобильности, гужевых повозок, саней и т.п.); 1.1.3 – иные водители

### Второй уровень - показатели, характеризующие ДТП

Место и вид ДТП (территория для анализа), условия на месте ДТП (характеристика УДС) и другие учитываемые факторы, которые могут влиять на ДТП

### Третий уровень - критерии состояния БДД

Показатели, определяющих подготовку водителей участников ДТП (возраст, стаж управления и т.п.) и показателей среды (уровень дохода населения, транспортный индекс, индекс суровости погоды)

### Четвертый уровень – прогнозирование показателей ДТП

### Пятый уровень – принятия решений по БДД

Рисунок 2.27 – Иерархия уровней обеспечения БДД с учётом параметров подготовки водителей

Второй уровень содержит параметры, характеризующие ДТП (2.1 – 2.i). Процесс анализа данных о ДТП включает значения параметров: место и вид ДТП (территория для анализа), условия на месте ДТП (характеристика УДС) и другие учитываемые факторы, которые могут влиять на ДТП.

Третий уровень содержит критерии БДД (3.1 – 3.j) в зависимости от параметров, определяющих подготовленность водителей участников ДТП (возраст, стаж управления и т.п.) и параметров среды (уровень дохода населения, транспортный индекс, индекс суровости погоды), обеспечивающие безопасность движения в соответствии с режимами движения и условиями использования автомобиля.

На четвертом уровне производится прогнозирование показателей БДД в заданных условиях посредством применения программных продуктов и оценка полученных результатов.

На пятом уровне принимаются конкретные решения по обеспечению БДД (5.1 – 5.n), заключающиеся в совершенствовании управления, организации, мониторинга ситуаций в условиях улично-дорожной сети.

## **Выводы по разделу 2**

1. В обеспечении безопасности дорожного движения водители имеют преобладающее значение. Их действия определяются индивидуальными качествами, отражающими совокупность физиологических и социально-психологических свойств: воспитание, характер, образование, здоровье, темперамент, тип нервной системы и др.

Следовательно, в целях повышения состояния безопасности дорожного движения следует изучить фактор подготовленности водителя и показатели его характеризующие – возраст водителя и стаж управления транспортным средством.

2. Целесообразно провести анализ БДД по возрасту водителей и стажу управления транспортным средством, рассмотрев коэффициент виновности,

т.к. абсолютные показатели аварийности в зависимости от возраста или стажа виновных в совершении ДТП водителей в значительной степени зависят от численности водителей соответствующих возрастных групп и групп с различным стажем управления ТС.

3. Анализ показателей аварийности и тяжести последствий ДТП по причине нарушения Правил дорожного движения водителями показал неодинаковое распределение по Федеральным округам и регионам РФ.

4. В развитии существующей концепции решения проблемы обеспечения безопасности движения предложено использовать показатели подготовленности водителей разных целевых групп и анализировать их с учётом показателей среды регионов РФ. Представлена структурно-функциональная схема связей по обеспечению БДД с учётом параметров подготовленности водителей.

5. Уровень знаний, умений и навыков влияет на совершаемые водителем ошибки, способствующие ДТП, зависит от интенсивности обучения. Существующая классификация причин совершения ошибок дополнена группами «Ошибки, вызванные физическим, психологическим, эмоциональным состоянием, обуславливающим подготовленность водителя (возраст, стаж управления)» и «Ошибки, вызванные отсутствием умений, навыков, актуальных знаний о правилах дорожного движения». Повысить надёжность водителя возможно путем системной подготовки с учётом целевых групп.

### **РАЗДЕЛ 3. МОДЕЛИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ С УЧЁТОМ ПАРАМЕТРОВ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ**

В разделе представлены теоретические исследования по оценке БДД с учётом параметров, определяющих подготовленность водителей разных целевых групп, ранжированию регионов РФ по уровню БДД с учётом параметров среды; подготовке водителей; прогнозированию показателей ДТП. Научные результаты, представленные в данном разделе опубликованы в работах автора [153, 160 – 162, 170, 172 – 179, 186]. Личное участие соискателя заключается в постановке задач, разработке моделей и методов исследования, моделировании процессов. Доля авторского вклада составляет от 80 до 95 %.

#### **3.1. Математические модели и методы оценки состояния БДД подсистемы «водитель»**

Оценка уровня БДД на основе комплексного подхода с учётом некоторых социально-экономических параметров предложена в исследованиях авторов [48, 80, 189]. В результате статистического анализа данных «была разработана шкала качественной оценки безопасности дорожного движения». В качестве дополнительных указан признак «Дисциплина водителей, доля погибших водителей в состоянии опьянения, %» [142].

Одним из параметров методов оценки уровней БДД является учёт поведения водителей через особенности восприятия условий движения – психофизиологические характеристики «функционального состояния, показатели надёжности, безошибочности и выбираемую скорость движения» [142].

Объединение множества параметров в один индекс для последующего сравнения уровня БДД, а также для оценки эффективности мероприятий по обеспечению БДД предложено [166]:

$$RSDI = \frac{\sum_{i=1}^n w_i X_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, \quad 0 < RSDI < 100 \quad (3.1)$$

где  $X_i$  — нормализованный показатель для страны  $i$ ;

$w_i$  — вес  $X_i$ ,  $0 < w_i < 1$ .

Таким образом, многофакторный анализ аварийности позволяет выявить взаимосвязь большого количества показателей, характеризующих социально-экономическое положение региона и его природно-климатические условия, а также факторов подготовленности водителей.

На основании исследований учёных сформировано мнение, что «математических точных способов отображения в количественном виде уровня риска или мотиваций водителя пока не найдено» [142].

Для оценки БДД учёными разрабатываются и применяются модели, основанные на поведении водителя, что позволяет прогнозировать показатели аварийности:

– «анализ отклонений от нормального поведения участников дорожного движения» [137] (Клебельсберг Д);

– «метод тестирования водителя, основанный на сопоставлении отклонения относительной частоты сердцебиения от нормального значения» [168] (Гаврилов Э.В.):

$$F = \frac{f - f_0}{f} \cdot 100 \quad (3.2)$$

где  $f$  — нормальная частота сердцебиения;

$f_0$  — частота сердцебиения при изменении условий движения.

– «метод определения риска попадания водителя в ДТП то или иное число раз на основании вероятности несовместимых событий» [158] (Дементиенко В.В.):

$$P_m = \sum_i C_i B_{im}, \quad (3.3)$$

где  $B_{im} = \frac{a_i^m}{m!} e^{-a_i}$ ,  $a_i = \lambda_i \tau$ ,  $\sum_i C_i = 1$ ;

$i$  – индекс, нумерующий категории водителей по их психофизиологической склонности к ДТП;

$m$  – индекс, нумерующий подгруппы водителей по числу совершенных ими ДТП ( $m = 0, 1 \dots 5$ );

$C_i$  – вероятность гипотезы принадлежности водителя к  $i$  категории;

$B_{im}$  – вероятность (по Пуассону) того, что водитель  $i$  категории совершит  $m$  ДТП в течение времени  $\tau = 2$  года;

$\lambda_i$  – интенсивность ДТП водителей  $i$  категории.

– «метод определения количества опасных ситуаций на основании мониторинга поведения водителя за счет использования мобильного приложения для распознавания опасных состояний в его поведении» [221] (Лашков И.Б.):

$$n = 1 + \left( \frac{E}{t_{reaction} + 0,5} * 2 \right)^2 \quad (3.4)$$

$$t_{reaction} = \frac{A \times \omega_1 + G \times \omega_2 + DT \times \omega_3}{V \times \omega_0} \quad (3.5)$$

где  $n$  – безразмерная величина, равная числу измеряемых опасных ситуаций  $\in [1, 101]$ ;

$E$  – коэффициент вычислительной способности смартфона  $\in [1, 5]$  с;

$t_{reaction}$  – время реакции водителя;

$A$  – возраст водителя (от 18);

$G$  – пол водителя (мужской/женский);

$DT$  – время в пути (мин.);

$V$  – скорость ТС (км/ч);

$\omega_0, \omega_1, \omega_2, \omega_3$  – коэффициенты (веса) для каждого из перечисленных параметров, соответственно.

Изучение и «анализ мотивационных моделей поведения водителей» [142] не предполагают количественной оценки влияния на безопасность дорожного движения, т.е. при подготовке водителей они не применимы.

Имеющиеся ограничения по возрасту водителя, стажу управления транспортным средством, а также вид самого транспортного средства и условия среды деятельности «оказывают влияние на выбор модели поведения водителем и отражаются на безопасности движения» [142].

В настоящее время для оценки БДД наиболее перспективным считается метод, связанный с изучением поведения отдельных групп водителей – «разделение на составные части» [142], что позволяет принимать мероприятия по повышению БДД в отношении отдельных групп водителей.

Взаимосвязь риска ДТП с учётом сложности дорожных условий при разных «моделях поведения отдельных групп водителей» [142] представлены на рисунке 3.1.

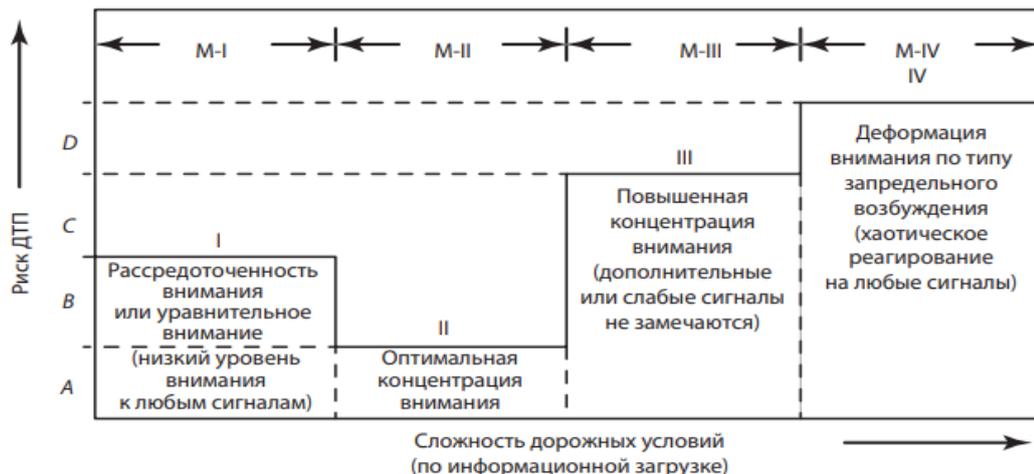


Рисунок 3.1 – Модели поведения водителя и их взаимосвязь с риском возникновения ДТП и дорожными условиями [142]

«M-I, M-II, M-III, M-IV – модели поведения водителя; A, B, C, D – уровни безопасности дорожного движения» [142]



Рисунок 3.2 – Вероятность изменения модели поведения водителя и уровень БДД с учётом дорожных условий, [142]

Представленные модели позволяют оценить аварийность с участием водителя, но для необходимой оценки БДД с учётом фактора подготовленности водителей они не применимы. Вероятностные модели позволяют учесть причины возникновения ДТП с учётом целевой группы водителей, его индивидуальных особенностей.

«Следует отметить, что ни в одной из перечисленных моделей, не использовались параметры, которые учитывали бы различные характеристики параметров подготовленности водителя, а затем применялись бы при моделировании как независимая переменная» [36].

### 3.2. Модель БДД с учётом параметров подготовленности водителей

В современных условиях для оценки уровня аварийности в регионе являются статистические данные. В результате анализа данных установлено что до 94 % ДТП возникает из-за нарушения ПДД водителями транспортных средств, при этом более 70 % ДТП происходит в населенных пунктах. «Для

последующей оценки причин возникновения ДТП в масштабах региона разработана схема графа возникновения ДТП на основе вероятностной модели» [84].

«Предложена математическая модель определения вероятностей событий в городской среде по относительной частоте их наступления на основе баз статистических данных по причине нарушения ПДД водителями разных целевых групп. Пусть, вероятность возникновения ДТП, связанных с нарушением правил дорожного движения водителями в городской среде» [105]:

$$P(R)=P(A)_{a1} \cdot P(K)_{k1} \quad (3.6)$$

где  $P(R)$  – вероятность возникновения ДТП, связанных с нарушением правил дорожного движения водителями в городской среде;

$P(A)_{a1}$  – вероятность возникновения ДТП, связанных с нарушением правил дорожного движения водителями;

$P(K)_{k1}$  – вероятность возникновения ДТП в городской среде.

«Для оценки вероятности возникновения ДТП, связанных с нарушением правил дорожного движения водителями, в соответствии с разработанной схемой графа возникновения ДТП, с возможностью оценки причин (рисунок 3.3), предложено использовать следующую совокупность соотношений» [84]:

$$P(E)=P(K)_{k1} \cdot P(G)_{g1} \quad (3.7)$$

$$P(I)=P(G)_{g1} \cdot P(R) \quad (3.8)$$

$$P(A)_{a1}=P(D) \cdot P(C) \quad (3.9)$$

где  $P(E)$  – вероятность возникновения ДТП в условиях городской среды с участием механических транспортных средств;  $P(I)$  – вероятность возникновения ДТП, связанных с нарушением правил дорожного движения водителями механических транспортных средств в условиях городской среды;  $P(G)_{g1}$  – вероятность возникновения ДТП с участием механических ТС:  $P(G)_{g1}$

– легковых ТС;  $P(G)_{g12}$  – грузовых ТС,  $P(G)_{g13}$  – автобусов,  $P(G)_{g14}$  – мотоциклов;  $P(R)$  – вероятность возникновения ДТП, связанных с нарушением правил дорожного движения водителями в условиях городской среды;  $P(D)$  – вероятность возникновения ДТП в условиях городской среды, связанных с нарушением правил дорожного движения водителями в зависимости от возраста;  $P(C)$  – вероятность возникновения ДТП в условиях городской среды, связанных с нарушением правил дорожного движения водителями в зависимости от стажа управления транспортным средством.

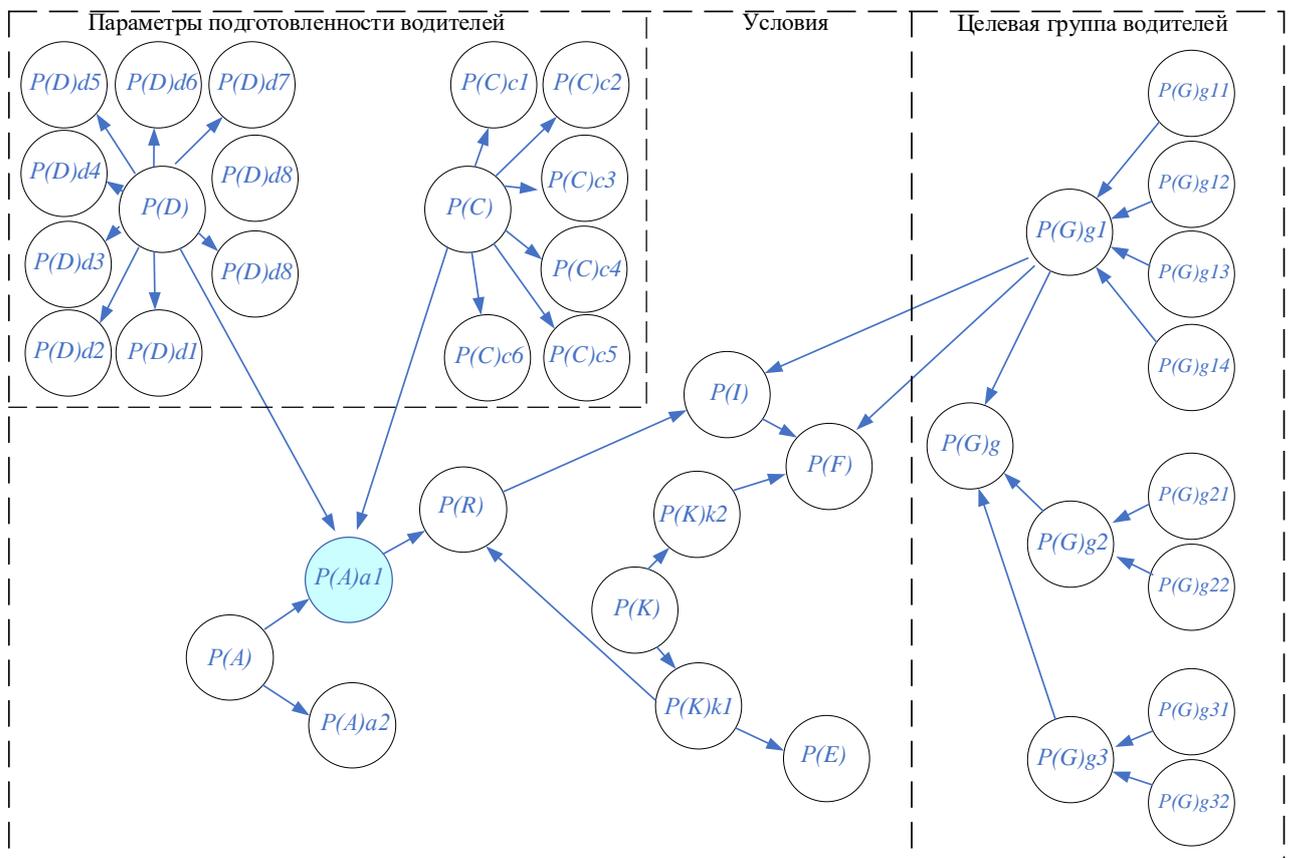


Рисунок 3.3 – Схема графа вероятности возникновения ДТП с учётом параметров подготовленности водителей разных целевых групп как причины ДТП

где  $P(A)$  вероятность возникновения ДТП;  $P(A)_{a1}$  – вероятность возникновения ДТП по причине нарушения правил дорожного движения водителями;  $P(A)_{a2}$  вероятность возникновения ДТП по иным причинам;  $P(K)$  – вероятность возникновения ДТП по виду условий среды;  $P(K)_{k1}$  –

вероятность возникновения ДТП в условиях городской среды;  $P(K)_{k2}$  –  
 вероятность возникновения ДТП в условиях загородной среды;  $P(G)$  –  
 вероятность возникновения ДТП с ТС;  $P(G)_{g1}$  вероятность возникновения  
 ДТП с механическими ТС: легковые ТС –  $P(G)_{g11}$ , грузовые ТС –  $P(G)_{g12}$ ,  
 автобусы –  $P(G)_{g13}$ , мотоциклы –  $P(G)_{g14}$ ;  $P(G)_{g2}$  – вероятность возникновения  
 ДТП с немеханическими ТС: СИМ –  $P(G)_{g21}$  и велосипеды –  $P(G)_{g22}$ ;  $P(G)_{g3}$  –  
 вероятность возникновения ДТП с участием других ТС:  $P(G)_{g3}$  – обучающий  
 вождению,  $P(G)_{g3}$  – погонщики;  $P(E)$  – вероятность возникновения ДТП с  
 участием механических ТС в условиях городской среды;  $P(F)$  – вероятность  
 возникновения ДТП с участием механических ТС в условиях загородной  
 среды;  $P(R)$  – вероятность возникновения ДТП, связанных с нарушением  
 ПДД водителями в условиях городской среды;  $P(I)$  – вероятность  
 возникновения ДТП, связанных с нарушением ПДД водителями  
 механических транспортных средств в условиях городской среды;  $P(D)$  –  
 вероятность возникновения ДТП, связанных с нарушением ПДД водителями  
 по возрасту:  $P(D)_{d1}$  – до 18 лет,  $P(D)_{d2}$  – от 18 до 21 года,  $P(D)_{d3}$  – от 21 до 25  
 лет,  $P(D)_{d4}$  – от 25 до 30 лет,  $P(D)_{d5}$  – от 30 до 40 лет,  $P(D)_{d6}$  – от 40 до 50 лет,  
 $P(D)_{d7}$  – от 50 до 60 лет,  $P(D)_{d8}$  – от 60 до 70 лет,  $P(D)_{d9}$  – старше 70 лет;  $P(C)$  –  
 вероятность возникновения ДТП связанных с нарушением ПДД водителями  
 по стажу управления ТС:  $P(c)_{c1}$  – без стажа управления ТС,  $P(c)_{c2}$  – до 2-х  
 лет,  $P(c)_{c3}$  – от 2 до 5 лет,  $P(c)_{c4}$  – от 5 до 10 лет,  $P(c)_{c5}$  – от 10 до 15 лет,  $P(c)_{c6}$   
 – свыше 15 лет.

«Таким образом, совокупность выражений (3.6) – (3.9) и схема графа  
 возникновения ДТП, с возможностью оценки причин, изображенная на  
 рисунке 3.3, представляет собой математическую модель оценки  
 статистической вероятности возникновения ДТП. Для оценки исходных  
 вероятностей предлагается использовать относительные частоты  
 соответствующих событий» [105].

Рассмотрим на примере Пензенской области применение разработанной модели.

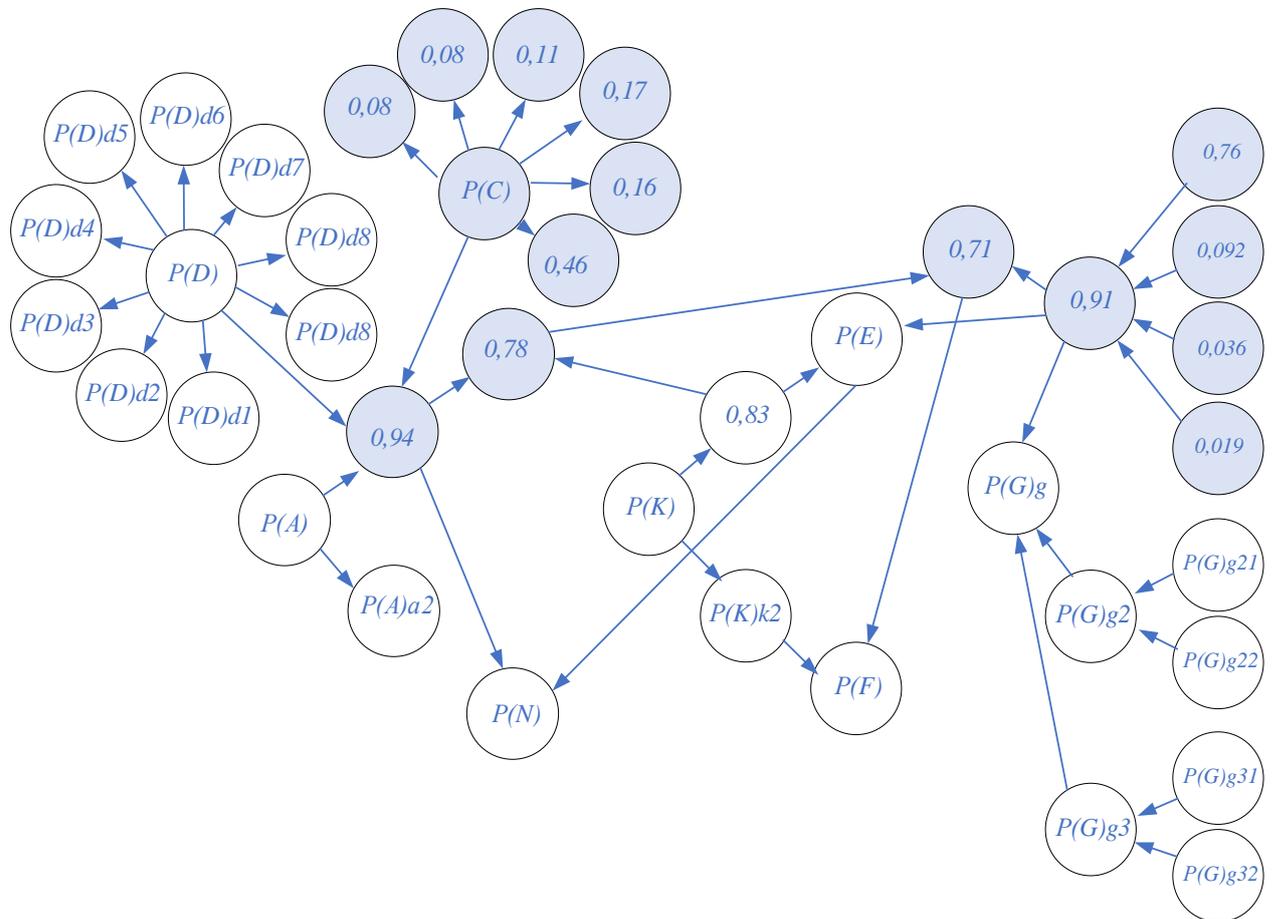


Рисунок 3.4 – Схема результатов моделирования вероятности возникновения ДТП с учётом параметров подготовленности водителей – стаж, как причины  
ДТП

Анализ статистических данных по Пензенской области за 2019 г. показал, что частота возникновения ДТП, связанных с нарушением правил дорожного движения водителями, составляет 1722 случая из 1839, а число ДТП в городской среде составляет 1533 из 1839. Значения соответствующих относительных частот, т.е. оценки вероятностей:  $P(A)_{a1}=0,94$  и  $P(K)_{k1}=0,83$ . Тогда, статистическая вероятность возникновения ДТП по причинам нарушения правил дорожного движения водителями, возникших в городской

среде составляет 0,78, т.е. 78% ДТП в городской среде возникает в результате нарушений правил дорожного движения водителями.

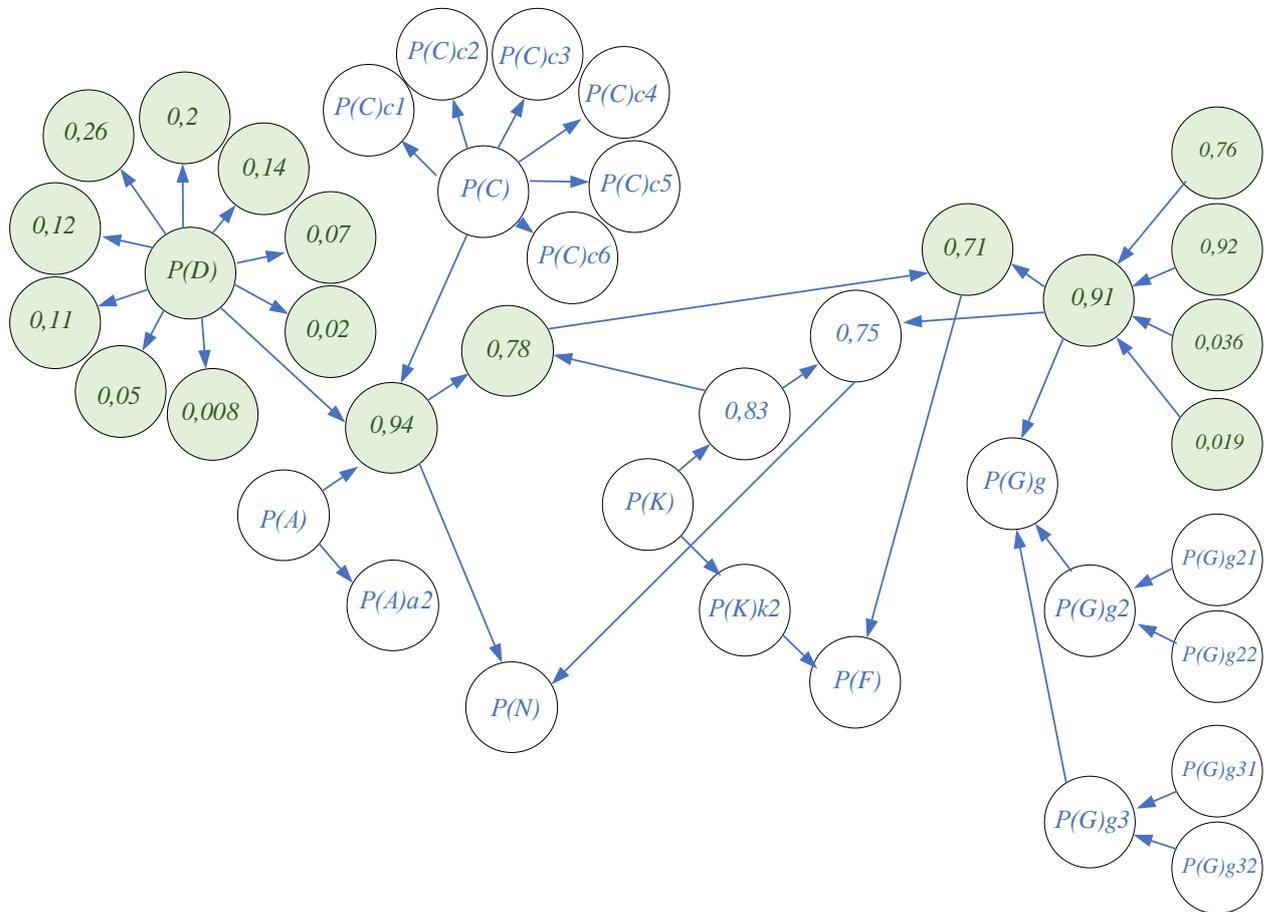


Рисунок 3.5 – Схема результатов моделирования вероятности возникновения ДТП с учётом параметров подготовленности водителей – возраст, как причины ДТП

В Пензенской области за 2019 год из 1839 ДТП произошло 1666 происшествия с участием механических ТС, тогда значение относительной частоты этого события позволяет оценить вероятность:  $P(E)=0,75$  (по формуле 3.7). Вероятность возникновения ДТП в городской среде с участием механических транспортных средств составляет  $P(I)=0,71$  и (по формуле 3.8). Таким образом, вероятность возникновения ДТП по причинам нарушения правил дорожного движения водителями механических и немеханических транспортных средств, возникших в городской среде, составляет 0,73.

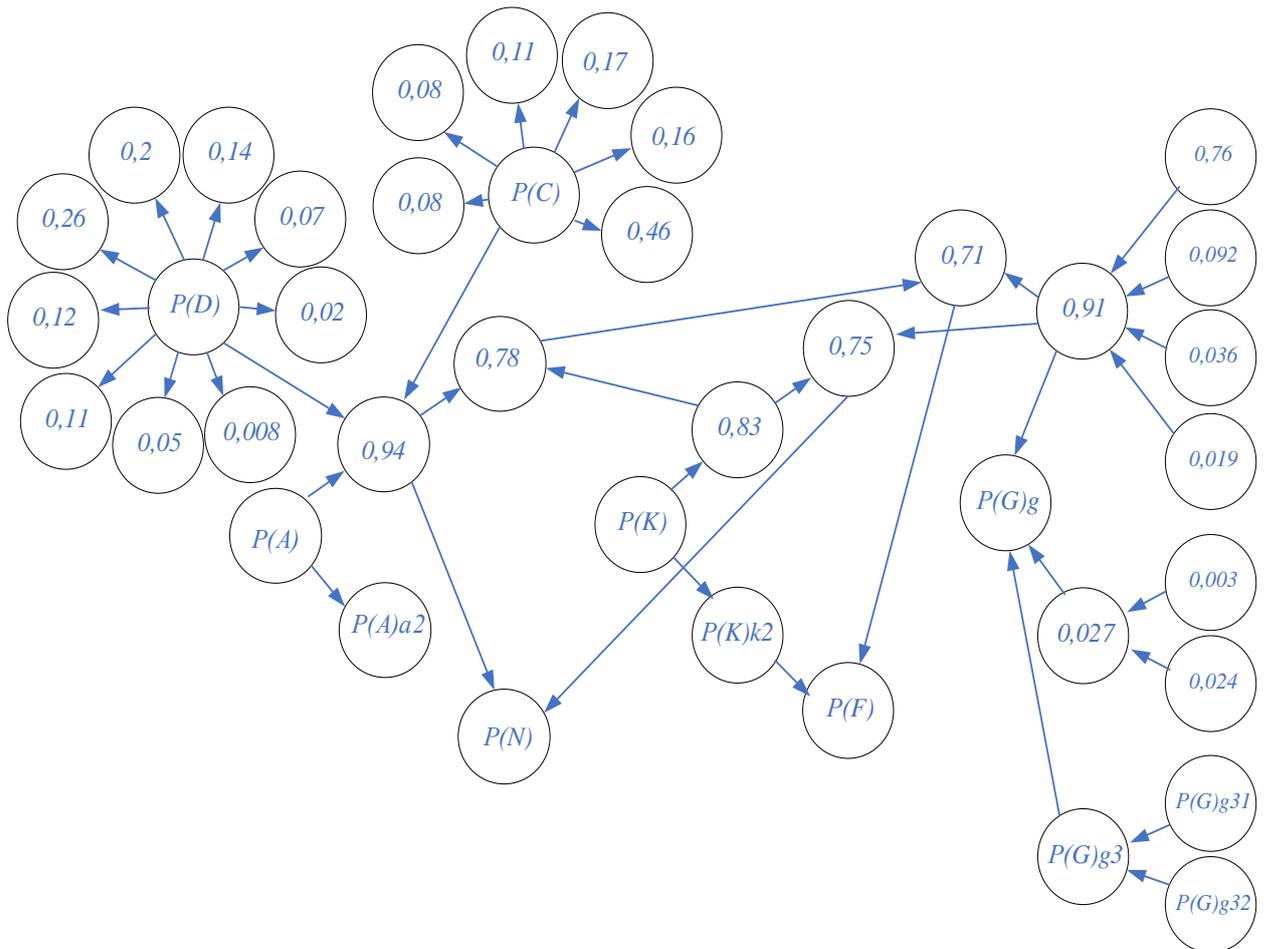


Рисунок 3.6 – Схема графа результатов моделирования возникновения ДТП с учётом параметров подготовленности водителей разных целевых групп как причины ДТП

73% ДТП с участием механических и немеханических ТС в городской среде возникают в результате нарушений водителями правил дорожного движения. Из 1722 ДТП по вине водителей в возрасте от 30 до 40 лет произошло 450 ДТП, тогда вероятность возникновения ДТП в городской среде с участием таких водителей составит 0,2, при этом с участием водителей легковых автомобилей 0,15. 20% ДТП возникает в городской среде по вине водителей возрастом от 30 до 40 лет, при этом 15% ДТП с участием легковых автомобилей. С участием водителей грузовых автомобилей происходит до 8 % ДТП [153].

### **3.3 Метод ранжирования регионов РФ по уровню безопасности дорожного движения с учётом параметров подготовленности водителей**

Понятие «городская среда» подразумевает совокупность конкретных основополагающих условий, созданных человеком и природой в границах населенного пункта, которые оказывают влияние на уровень и качество жизнедеятельности человека.

Основой разработки методики послужили приказы Министерства регионального развития и Министерства строительства и ЖКХ [148, 149].

На сегодняшний день среди регионов РФ существует значительная неоднородность, определяемая целым рядом показателей, связанных с территориальным положением, экономическими, социальными и климатическими условиями. Эффективность повышения БДД существенно повышается при ее территориальной дифференциации с учётом показателей внешней среды регионов. Таким образом, очевидна необходимость разработки методики, основанной на сопоставлении городов по различным параметрам состояния БДД [159, 187].

Необходимость мониторинга в области безопасности дорожного движения обусловлена важностью определения тенденции аварийности не по общему состоянию, а по отдельным показателям [80, 115]. Является целесообразным разработать метод ранжирования регионов РФ по отдельным параметрам подготовленности водителей, которые определяют уровень БДД с целью формирования и реализации мероприятий, направленных на повышение БДД каждого региона [160].

Отбор критериев для сопоставления городов по уровню БДД основан на анализе параметров подготовленности водителей (глава 2). Расчет показателей осуществляется на основании ряда статистических, математических и квалиметрических методов. Распределение количества ДТП и тяжести последствий в регионах РФ неоднородно даже внутри одного признака (рисунок 2.18 – 2.21). Для статистического изучения связи между признаками

в регионах РФ применяется непараметрический критерий – коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Определяется фактическая степень параллелизма между двумя количественными рядами изучаемых признаков. В зависимости от местонахождения в группе по соответствующему признаку каждому региону присвоен номер.

Исследования по изучению взаимосвязи возраста водителей и стажа управления транспортным средством с показателями аварийности позволили установить границы уровней БДД. Что, в свою очередь, подтверждает наличие качественных состояний БДД и позволили установить три уровня БДД – умеренный, предкризисный и кризисный. Указанные уровни БДД характеризуются качественными характеристиками. Расчеты проводились в программе SPSSStatistics. Регионы, попадающие в интервал значения индикаторов 20 % – 100 % будут находиться в «красной» зоне и соответствовать кризисному уровню состояния БДД. Регионы, попадающие в интервал значения индикаторов 5 % – 20 % будут находиться в «желтой» зоне и соответствовать предкризисному уровню состояния БДД. Регионы, попавшие в интервал значения индикаторов до 5 % (средняя погрешность измерений) будут находиться в «зеленой» зоне, соответствующей умеренному уровню состояния БДД [160].

Для умеренного уровня БДД региона соответствует до 5% вклад в общие показатели аварийности РФ по вине водителя. Этот уровень характеризуется минимальными значениями показателей аварийности и тяжести последствий ДТП по вине водителей.

Предкризисный уровень БДД наблюдается в регионах, чей вклад в общие показатели аварийности на автомобильном транспорте РФ составляет более 5% и до 20%. Уровень безопасности движения характеризуется повышением средних показателей аварийности и тяжести последствий по вине водителей.

Кризисный уровень БДД наблюдается в регионах, чей вклад в общие показатели аварийности на автомобильном транспорте РФ составляет более

20%. Уровень БДД характеризуется наибольшими показателями аварийности и тяжести последствий по вине водителей.

Сформированы обобщенные качественные и количественные характеристики каждого уровня БДД. Качественные показатели уровня безопасности дорожного движения являются взаимодополняющими. Определение уровня безопасности движения необходимо проводить при одновременном учёте показателей, представленных в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Количественные характеристики уровня безопасности

Уровень БДД	Показатели уровня БДД	Характеристики уровня БДД
Умеренный	Доля ДТП по вине водителей в регионе составляет до 5% вклада в общие показатели аварийности РФ	Минимальные абсолютные и относительные показатели аварийности по вине водителей, значительно меньше средних значений по РФ: тяжесть последствий до 4 погибших на 100 пострадавших
Предкризисный	Доля ДТП по вине водителей в регионе составляет до более 5% и до 20% вклада в общие показатели аварийности РФ	Повышение абсолютных и относительных показателей аварийности по вине водителей, находящихся на уровне средних значения по РФ: тяжесть последствий от 4 до 8 погибших на 100 пострадавших
Кризисный	Доля ДТП по вине водителей в регионе составляет более 20% вклада в общие показатели аварийности РФ	Наибольшие абсолютные и относительные показатели аварийности по вине водителей, значительно превышающие средние значения по РФ: тяжесть последствий более 8 погибших на 100 пострадавших

Тепловая карта (Приложение В) отображает обобщенные данные о наблюдаемом уровне безопасности движения в отдельных регионах

Российской Федерации по состоянию на 2019 г. по параметрам возраст водителя и стаж управления транспортным средством.

Анализ этих данных показал, что до 30% регионов характеризуются кризисным и предкризисным уровнем БДД. В условиях роста транспортной подвижности и автомобилизации населения возникает необходимость комплексной реализации мероприятий повышения уровня знаний и навыков управления ТС водителями разных целевых групп в постоянно изменяющейся улично-дорожной ситуации. Предлагаемые показатели качественного и количественного состояний БДД могут рассматриваться в качестве из критериев в методе ранжирования регионов.

Таким образом, можно сделать вывод о практической значимости метода ранжирования регионов. Наличие классификации уровней БДД и обоснованных качественных и количественных критериев их оценки с учётом комплексных характеристик надёжности водителей может служить решением значимых задач в области повышения БДД при подготовке водителей.

При планировании мероприятий по сокращению количества ДТП по причине нарушения ПДД водителями разных целевых групп за счет их подготовки рекомендуется использовать показатели, характеризующие социально-экономическое состояние регионов РФ, т.е. показатели внешней среды.

Алгоритм методики комплексной оценки и межрегиональных сопоставлений показателей состояния БДД (рисунок 3.7) позволяет ранжировать регионы интегральным методом: выбор признаков для ранжирования регионов по состоянию безопасности дорожного движения, определение значимых признаков и корреляции между ними.

Последующее ранжирование регионов на умеренный, предкризисный и кризисный уровни позволит разработать мероприятия по снижению аварийности на автомобильном транспорте [160].



Рисунок 3.7 – Алгоритм методики комплексной оценки и межрегиональных сопоставлений показателей состояния БДД

Осуществление регионального обеспечения БДД основано на ранжировании регионов РФ с учётом их особенностей и ключевых факторов состояния аварийности. «Отнесения городов и регионов РФ к определенным типам» определяется одним из условий эффективной региональной политики

с основным принципом «дифференцированный подход к реализации мер государственной поддержки регионов и муниципальных образований в зависимости от их социально-экономических и географических особенностей» зафиксировано в Указе Президента РФ от 16.01.2017 №13.

В связи с этим, целесообразно провести ранжирование регионов по отдельным показателям состояния БДД с учётом параметров подготовленности водителей и социально-экономических показателей.

Для изучения взаимосвязей между показателями уровня БДД, финансирования целевых программ, социально развития обосновано применения факторного анализа как статистического метода [163].

Определение мультиколлинеарности позволит определить наличие линейной зависимости между исследуемыми факторами и тем самым отобрать значимые факторы. Метод главных компонент позволит преобразовать исходные факторы и получить совокупность некоррелированных факторов. При этом наличие мультиколлинеарности позволит ограничиться небольшим количеством главных компонент [150].

Наличие межфакторного коэффициента корреляции  $r_{x_j x_i} > 0,7$  означает существование мультиколлинеарности, т.е. линейной зависимости между изучаемыми факторами. Качественная интерпретация возможных значений коэффициента корреляции по шкале Чеддока:  $|r| > 0,3$  – связь практически отсутствует;  $0,3 \leq |r| \leq 0,7$  - связь средняя;  $0,7 \leq |r| \leq 0,9$  – связь сильная;  $|r| > 0,9$  – связь весьма сильная.

Более объективную характеристику тесноты связи факторов БДД и социально-экономического развития регионов дадут частные коэффициенты корреляции, измеряющие влияние на результат фактора  $x_i$  при неизменном уровне других факторов.

Наиболее детальным показателем наличия мультиколлинеарности между исследуемыми факторами является коэффициент увеличения дисперсии:

$$VIF(b_j) = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (3.11)$$

где  $R_j^2$  – коэффициент множественной детерминации в регрессии  $X_j$  на прочие  $X$ .

О мультиколлинеарности факторов будет свидетельствовать  $VIF$  от 4 и выше хотя бы для одного  $j$ .

Приведение к нормализованным значениям позволит привести структуру базы данных уровня БДД и исследуемых факторов к виду, обеспечивающему минимальную логическую избыточность, а также с целью уменьшения потенциальной противоречивости, хранимой в базе данных информации.

Мониторинг состояния аварийности с учётом параметров характеризующих подготовленность водителей и социально-экономические показатели позволит выявить субъекты РФ, требующие первоочередных мер по обеспечению БДД, а также субъекты РФ, где наблюдается положительная динамика в области обеспечения безопасности дорожного движения.

На основании разработанной методики произведено зонирование регионов РФ на основе «вклада» в общее количество ДТП по вине водителей по Федеральным округам РФ. Распределение количества ДТП по вине водителей и, соответственно, тяжести последствий в каждом регионе неоднородно даже внутри одного показателя.

На начальном этапе метода в качестве индикаторов приняты два признака – количество дорожно-транспортных происшествий в Российской Федерации по причине нарушения ПДД водителями в зависимости от стажа и в зависимости от возраста водителей.

На втором этапе метода, на основании ранее проведенных расчетов веса показателей признаков целесообразно в первую очередь провести ранжирование регионов по признакам «возраст водителя 30 – 40 лет» и «стаж управления свыше 15 лет» (максимальное значение веса показателя).

На третьем этапе метода для статистического изучения связи между признаками в регионах РФ применялся непараметрический критерий – коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Определялась фактическая степень параллелизма между двумя количественными рядами изучаемых признаков. В зависимости от местонахождения в группе по соответствующему признаку каждому региону присвоен номер. Установлено что коэффициент корреляции имеет значение  $r_s=0,976$ , что обозначает сильную прямопропорциональную связь между признаками «стаж управления» – «возраст водителя». Проверка на значимость подтверждает значимую достоверную связь, так как критическое значение коэффициента корреляции рангов Спирмена, для уровня значимости 0,05, составляет 0,643 [160].

Расчеты показали, что в группу «красная» зона по параметру «стаж управления автомобилем» вошли 37 регионов РФ. В первой десятке регионов с максимально неудовлетворительными показателями состояния БДД «возраст водителя – участника ДТП» и «стаж управления автомобилем» находятся: Краснодарский край, г. Москва, Республика Татарстан, Нижегородская область, Московская область, Республика Башкирия, г. Санкт-Петербург, Челябинская область, Самарская область, Ставропольский край (Приложение В).

В «желтой» предкризисной зоне в зависимости от рассматриваемого показателя находятся следующие регионы: Кабардино-Балкарская республика, Орловская область, Астраханская область, Республика Крым, Калининградская область, Псковская область, Калужская область, Тверская область, Камчатский край, Сахалинская область, Республика Бурятия, Смоленская область, Курганская область, Пензенская область, Брянская область и др. (Приложение В).

На основе предложенного метода проведено ранжирование регионов по показателям состояния БДД учитывающим возраст водителя и стаж управления ТС и представлена в виде тепловой карты (Приложение В). В процессе выполнения исследования получены свидетельства об

интеллектуальной собственности, касающиеся зонирования регионов РФ по показателям «стаж управления автомобилем», «возраст водителя» [161, 162].

Результаты расчетов показали, что по признаку «стаж управления автомобилем более 15 лет» кризисный уровень («красная» зона) соответствует 46 регионам РФ. Предкризисный уровень наблюдается у 24 регионов. Умеренный уровень («зеленая» зона) у 15 регионов. По признаку «возраст водителя – участника ДТП 30 – 40 лет» кризисный уровень («красная» зона) соответствует 34 регионам РФ. Предкризисный уровень наблюдается у 34 регионов. Умеренный уровень («зеленая» зона) у 17 регионов [160].

Следует учитывать, что административно-территориальные образования Российской Федерации имеют различные климатические условия и географическое положение, социально-экономические показатели, бюджетные ресурсы и уровень собственных доходов.

Исследование регионов по уровню БДД по причине нарушения ПДД водителями ТС проводилось с использованием языка программирования Python. Число кластеров определялось по процедуре разделения кластеров методом *k-means*. Векторное квантование очень чувствительно к размерности пространства признаков: количество центров кластеров экспоненциально растет с ростом размерности. Поэтому для ускорения и улучшения векторного квантования необходимо удалить показателя, мало влияющие на классификацию.

Информационную базу исследования составили данные объемом  $81 \times 14 \times 5$ , где 81 – количество субъектов РФ (на момент проведения исследования); 14 показателей социально-экономического состояния регионов РФ, в полной мере учитывающие административно-территориальные образования РФ:  $x_1$  – количество легковых автомобилей, ед.,  $x_2$  – количество зарегистрированных ТС, ед.,  $x_3$  – количество ДТП с пострадавшими, ед. на 100 тыс.,  $x_4$  – число собственных легковых автомобилей, ед. на 1000 чел.,  $x_5$  – численность постоянного населения, чел.,  $x_6$  – денежные доходы в расчете на душу населения, руб. в месяц,  $x_7$  – плотность населения, чел. на 1 кв. км,  $x_8$  –

миграционный прирост, чел.,  $x_9$  – количество ДТП по вине водителей, ед.,  $x_{10}$  – количество погибших, чел.,  $x_{11}$  – количество раненых, чел.,  $x_{12}$  – тяжесть последствий, количество погибших на 100 пострадавших по вине водителей,  $x_{13}$  – суммы субсидии на обеспечение дорожной деятельности, руб.,  $x_{14}$  – финансовое обеспечение проекта БКД, руб.; 5 лет временного периода наблюдений.

Анализ мультиколлинеарности на основе матрицы коэффициентов корреляции позволил определить уровень связи между социально-экономическими факторами (рисунок 3.8). В рассматриваемом случае факторы  $r(x_1x_2)$ ,  $r(x_1x_5)$ ,  $r(x_1x_9)$ ,  $r(x_1x_{10})$ ,  $r(x_1x_{11})$ ,  $r(x_2x_5)$ ,  $r(x_2x_9)$ ,  $r(x_2x_{10})$ ,  $r(x_2x_{11})$ ,  $r(x_5x_9)$ ,  $r(x_5x_{10})$ ,  $r(x_5x_{11})$ ,  $r(x_9x_{10})$ ,  $r(x_9x_{11})$ ,  $r(x_{10}x_{11})$ ,  $r(x_{13}x_{14})$  имеют  $|r| > 0,7$ , что говорит о линейной зависимости социально-экономических факторов.

С учётом признака  $Y$ , размерности матрицы становится равным 16. Матрица, независимых переменных  $X$  имеет размерности (81x16). Матрица  $A$ , составленная из  $Y$  и  $X$ , матрица  $X^T X$ , матрица соответствия, дисперсии и среднеквадратические отклонения (Приложение Г).

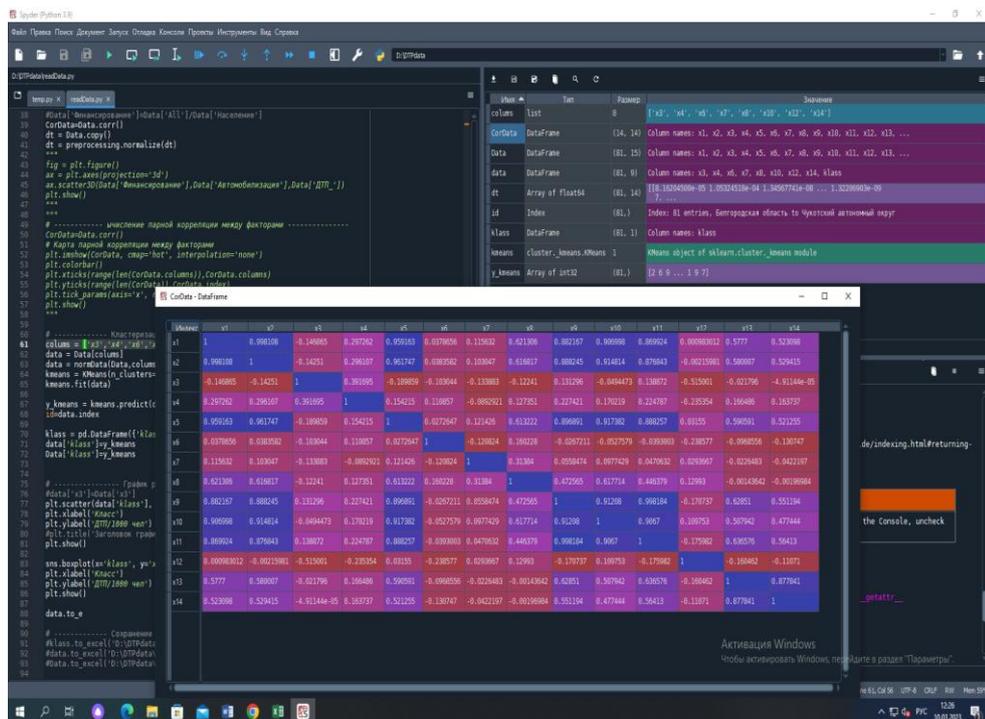


Рисунок 3.8 – Матрица коэффициентов корреляции

Поскольку  $VIF \geq 4$ , что говорит о мультиколлинеарности факторов ( $x_1x_2$ ), ( $x_1x_5$ ), ( $x_1x_9$ ), ( $x_1x_{10}$ ), ( $x_2x_5$ ), ( $x_2x_9$ ), ( $x_2x_{10}$ ), ( $x_5x_9$ ), ( $x_5x_{10}$ ), ( $x_{11}x_{12}$ ), ( $x_{13}x_{14}$ ) (таблица 4.1) и о необходимости исключения одного из факторов каждой пары из дальнейшего анализа.

Сформированы 11 кластеров на основании восьми независимых между собой параметров характеризующих социально-экономическое состояние регионов РФ и показателей аварийности в регионах РФ –  $x_3, x_4, x_6, x_7, x_8, x_{10}, x_{12}, x_{14}$ . (рисунок 3.10). График «диаграмма размаха» (BOX PLOT) использован для сравнения распределений по нескольким наборам данных. Сравнения распределений между кластерами показывает медиану, нижний и верхний квартили, минимальное и максимальное значение ДТП на 100 тыс. населения и выбросы значений, выделяющихся из общей выборки.

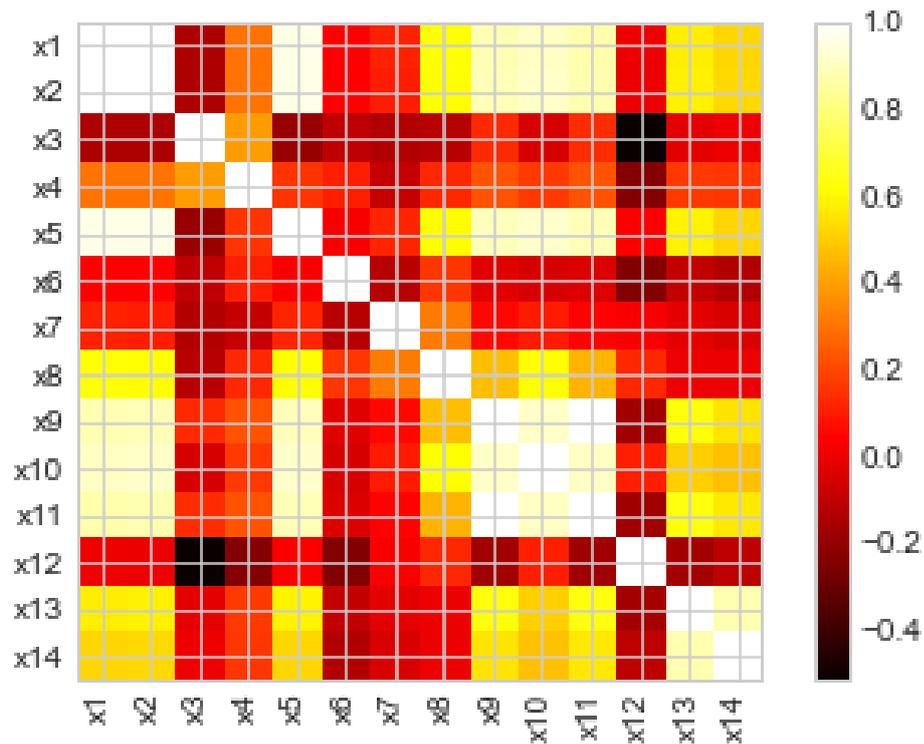


Рисунок 3.9 – Тепловая карта парных корреляций

$x_1$  – количество легковых автомобилей, ед.,  $x_2$  – количество зарегистрированных ТС, ед.,  $x_3$  – количество ДТП с пострадавшими, ед. на 100 тыс.,  $x_4$  – число собственных легковых автомобилей, ед. на 1000 чел.,  $x_5$  – численность постоянного населения, чел.,  $x_6$  – денежные доходы в расчете на

душу населения, руб. в месяц,  $x_7$  – плотность населения, чел. на 1 кв. км,  $x_8$  – миграционный прирост, чел.,  $x_9$  – количество ДТП по вине водителей, ед.,  $x_{10}$  – количество погибших, чел.,  $x_{11}$  – количество раненых, чел.,  $x_{12}$  – тяжесть последствий, количество погибших на 100 пострадавших по вине водителей,  $x_{13}$  – суммы субсидии на обеспечение дорожной деятельности, руб.,  $x_{14}$  – финансовое обеспечение проекта БКД, руб.; 5 лет временного периода наблюдений

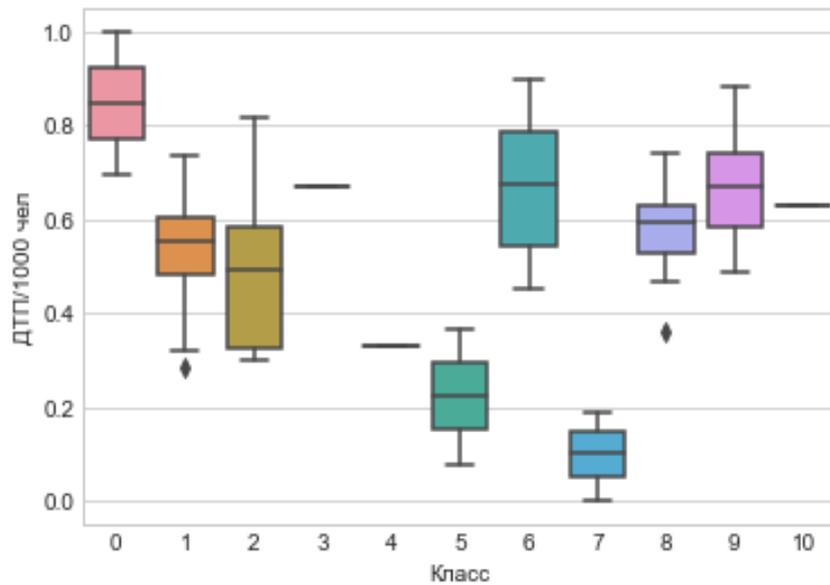


Рисунок 3.10 – Распределение ДТП от установленного кластера региона

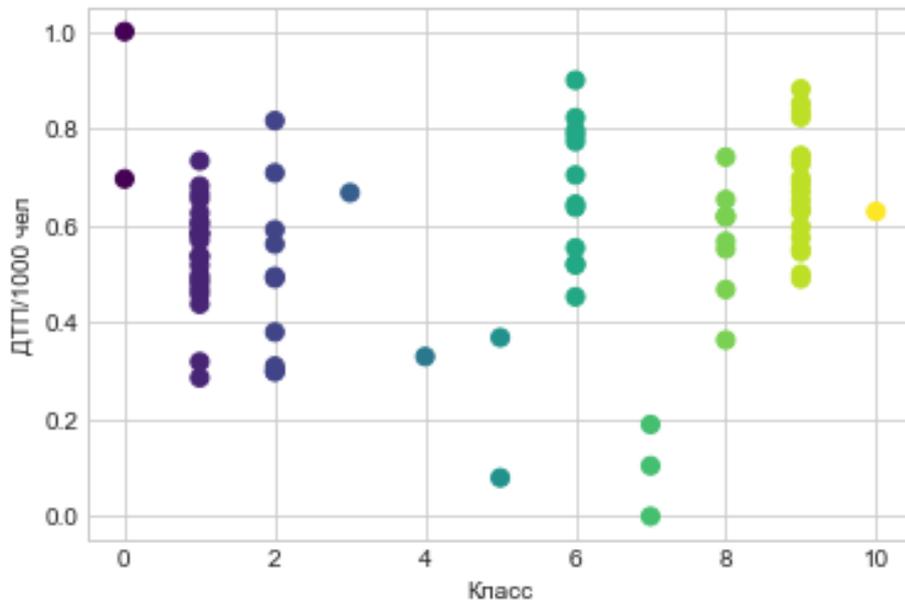


Рисунок 3.11 – Диаграмма размаха

Таблица 3.2 – Матрица коэффициентов увеличения дисперсии

VIF	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>
X <sub>1</sub>		264,518	1,0220	1,0969	12,4991	1,0014	1,0136	1,6287	4,5089	4,2920	1,0006	1,0010	1,4929	1,3950
X <sub>2</sub>	264,518		1,0207	1,0961	13,3257	1,0015	1,0107	1,6141	4,7389	4,5897	1,0004	1,0008	1,5019	1,4112
X <sub>3</sub>	1,0220	1,0207		1,1812	1,0374	1,0107	1,0183	1,0152	1,0175	1,0106	1,0033	1,0032	1,0049	1,0032
X <sub>4</sub>	1,0969	1,0961	1,1812		1,0244	1,0124	1,0080	1,0165	1,0545	1,0262	1,0004	1,0005	1,0309	1,0313
X <sub>5</sub>	12,4991	13,3257	1,0374	1,0244		1,0007	1,0150	1,6027	5,1128	4,7711	1,0008	1,0013	1,5262	1,3921
X <sub>6</sub>	1,0014	1,0015	1,0107	1,0124	1,0007		1,0148	1,0263	1,0007	1,0011	1,0029	1,0029	1,0046	1,0096
X <sub>7</sub>	1,0136	1,0107	1,0183	1,0080	1,0150	1,0148		1,1093	1,0031	1,0077	1,0006	1,0006	1,0006	1,0018
X <sub>8</sub>	1,6287	1,6141	1,0152	1,0165	1,6027	1,0263	1,1093		1,2875	1,5171	1,0002	1,0001	1,0000	1,0000
X <sub>9</sub>	4,5089	4,7389	1,0175	1,0545	5,1128	1,0007	1,0031	1,2875		3,7810	1,0001	1,0000	1,2659	1,4012
X <sub>10</sub>	4,2920	4,5897	1,0106	1,0262	4,7711	1,0011	1,0077	1,5171	3,7810		1,0701	1,0753	1,5064	1,4605
X <sub>11</sub>	1,0006	1,0004	1,0033	1,0004	1,0008	1,0029	1,0006	1,0002	1,0001	1,0701		2940,5	1,0897	1,0969
X <sub>12</sub>	1,0010	1,0008	1,0032	1,0005	1,0013	1,0029	1,0006	1,0001	1,0000	1,0753	2940,5		1,0969	1,1018
X <sub>13</sub>	1,4929	1,5019	1,0049	1,0309	1,5262	1,0046	1,0006	1,0000	1,2659	1,5064	1,0897	1,0969		4,9574
X <sub>14</sub>	1,3950	1,4112	1,0032	1,0313	1,3921	1,0096	1,0018	1,0000	1,4012	1,4605	1,0969	1,1018	4,9574	

Нормализованные значения позволили привести различные данные в самых разных единицах измерения к единому виду и сравнить их между собой. В приложении Г представлены нормализованные данные и класс регионов.

Таблица 3.3 – Нормализованное представление данных и класс регионов по состоянию БДД РФ с учётом подготовленности водителей. Фрагмент

Регион	$x_3$	$x_4$	$x_6$	$x_7$	$x_8$	$x_{10}$	$x_{12}$	$x_{14}$	klass
Алтайский край	0,57511	0,51388	0,10968	0,02636	0,06506	0,26730	0,18859	0,49748	9
Амурская область	0,81614	0,45835	0,24995	0,00404	0,09910	0,15016	0,23684	0,94773	2
Брянская область	0,43778	0,23856	0,17607	0,06561	0,09870	0,1459	0,29386	0,42411	1
г. Севастополь	0,66760	0,47146	0,20438	1	0,15974	0,01810	0	0,21685	3
Камчатский край	0,69618	1	0,54005	0,00115	0,08618	0,05750	0,27631	0,09370	0
.....									

Полный список результатов кластеризации представлен в Приложении В.

Программный алгоритм классификации регионов по уровню безопасности дорожного движения представлен ниже:

```
import numpy as np
import pandas as pd
#import datetime
#from datetime import datetime, date
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.cluster import KMeans
from sklearn import preprocessing
import seaborn as sns

#plt.rcParams.update({'font.family':'sans-serif'})
plt.style.use('seaborn-whitegrid')
# ----- functions -----
```

```

def normData(Data,colums):
    data = Data[colums]
    key = data.keys()
    for n in key:
        print(n)
        print(data[n])
        Xmax = data[n].max()
        Xmin = data[n].min()
        data[n] = (data[n]-Xmin)/(Xmax-Xmin)
    return data
'''
# Диаграмма распределения регионов по классам
def klassShow(data):
    Y=data.index
    plt.scatter(data['klass'], Y, s=50)
    plt.yticks(fontsize=6)
    plt.xlabel('Класс')
    #plt.title('Заголовок графика')
    plt.show()
'''
# ----- Чтение данных из источника -----
Data = pd.read_excel('D:\ДТПdata\dtp_codes.xls', index_col='Регион')
#Data['Финансирование']=Data['All']/Data['Население']
CorData=Data.corr()
dt = Data.copy()
dt = preprocessing.normalize(dt)
''''

fig = plt.figure()
ax = plt.axes(projection='3d')
ax.scatter3D(Data['Финансирование'],Data['Автомобилизация'],Data['ДТП_'])

```

```

plt.show()
"""

# ----- вычисление парной корреляции между факторами -----
#CorData=Data.corr()
# Карта парной корреляции между факторами
plt.imshow(CorData, cmap='hot', interpolation='none')
plt.colorbar()
plt.xticks(range(len(CorData.columns)),CorData.columns)
plt.yticks(range(len(CorData)),CorData.index)
plt.tick_params(axis='x', rotation=90)
plt.show()

# ----- Кластеризация исходных данных -----
columns = ['x3','x4','x6','x7','x8','x10','x12','x14']
data = Data[columns]
data = normData(Data,columns)
kmeans = KMeans(n_clusters=11)
kmeans.fit(data)
y_kmeans = kmeans.predict(data)
id=data.index

klass = pd.DataFrame({'klass':y_kmeans}, index = id)
data['klass']=y_kmeans
Data['klass']=y_kmeans

# ----- График распределения уд. числа ДТП по классам -----
#data['x3']=Data['x3']
plt.scatter(data['klass'], data['x3'], c=y_kmeans, s=50, cmap='viridis')
plt.xlabel('Класс')

```

```
plt.ylabel('ДТП/1000 чел')
#plt.title('Заголовок графика')
plt.show()
```

```
sns.boxplot(x='klass', y='x3', data=data)
plt.xlabel('Класс')
plt.ylabel('ДТП/1000 чел')
plt.show()
```

```
data.to_e
# ----- Сохранение результатов -----
#klass.to_excel('D:\DTPdata\klass.xls')
#data.to_excel('D:\DTPdata\klass.xls')
#Data.to_excel('D:\DTPdata\Data.xls')
```

Сформированы обобщённые характеристики регионов РФ, соответствующие полученным одиннадцати кластерам (рисунок 3.12). Указаны характеристики по максимальным и минимальным значениям отдельных факторов. Если показатель не указан, то его значение является средним для кластера.

Например, регионам девятого кластера (к которому относится 19 регионов, в том числе Пензенская область, Оренбургская область, Омская область и др.) соответствуют высокие показатели уровня автомобилизации, аварийности по вине водителя и тяжести последствий, численности населения при этом выделяются высокие суммы субсидий на обеспечение дорожной деятельности и финансовое обеспечение дорожной деятельности в рамках реализации национального проекта «Безопасные качественные дороги».

В общем виде, мониторинг рассматривается как один из видов управленческой деятельности, представляющей собой сбор информации об управляемых объектах с целью проведения оценки их состояния и

прогнозирования дальнейшего развития. Не является исключением и обеспечение БДД, где мониторинг необходим, прежде всего, для выявления субъектов РФ, где наблюдается отрицательная динамика, требующих незамедлительной реализации мероприятий по конкретным направлениям деятельности в области безопасности дорожного движения.

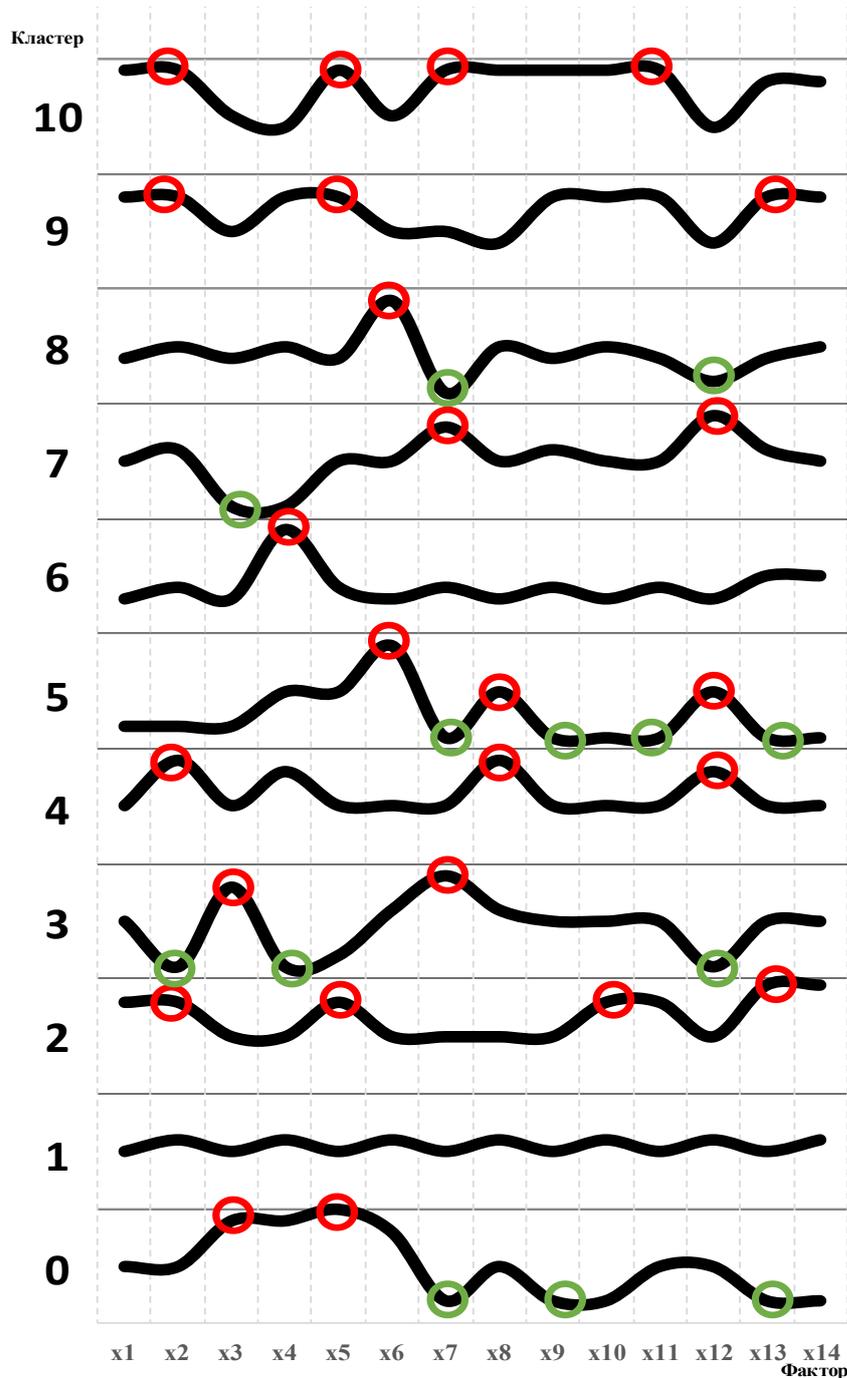


Рисунок 3.12 – Графическое представление факторных характеристик регионов в кластере

красный цвет – высокое значение фактора,  
зеленый цвет – низкое значение фактора

Таблица 3.4 – Обобщенная качественная характеристика регионов, соответствующих полученным кластерам

Кластер	Регионы	Качественная характеристика кластера
1	2	3
0	Камчатский край Магаданская область	Максимальное количество ДТП с пострадавшими, число собственных легковых автомобилей, наименьшее численность постоянного населения, высокие денежные доходы в расчете на душу населения, низкая плотность населения, низкое количество ДТП, погибших и раненых, низкие суммы субсидии на обеспечение дорожной деятельности и финансовое обеспечение дорожной деятельности в рамках реализации национального проекта «БКД»
1	Астраханская область, Брянская область, Еврейская АО, Забайкальский край, Ивановская область, Кабардино-Балкарская Республика, Карачаево-Черкесская Республика, Кировская область, Костромская область, Орловская область, Республика Алтай, Республика Бурятия, Республика Крым, Республика Марий-Эл, Республика Мордовия, Республика Северная Осетия-Алания, Смоленская область, Ставропольский край, Томская область, Удмуртская Республика, Ульяновская область, Чувашская Республика	Среднее значения показателей аварийности, уровня автомобилизации, доходов и финансового обеспечения деятельности в рамках реализации национального проекта «БКД»

Продолжение табл. 3.4

1	2	3
2	Амурская область Белгородская область Волгоградская область Калужская область Новосибирская область Республика Башкортостан Ростовская область Самарская область Свердловская область Челябинская область	Высокое количество зарегистрированных ТС, в том числе легковых автомобилей, ДТП, погибших, раненых, высокая численность постоянного населения, максимальные суммы субсидии на обеспечение дорожной деятельности, и финансовое обеспечение дорожной деятельности в рамках реализации национального проекта «БКД»
3	г. Севастополь	Высокое количество ДТП с пострадавшими, низкая численность постоянного населения, минимальное количество зарегистрированных транспортных средств, средний уровень автомобилизации, выше среднего уровень дохода на душу населения и миграционного прироста, максимальная плотность населения, наименьшая тяжесть последствий
4	Московская область	Максимальное количество зарегистрированных транспортных средств и миграционный прирост населения, высокий уровень автомобилизации и тяжесть последствий ДТП.
5	Чукотский АО Ямало-Ненецкий АО	Низкое количество зарегистрированных транспортных средств, в том числе легковых автомобилей, количество ДТП с пострадавшими, максимальные денежные доходы в расчете на душу населения, минимальная плотность населения, минимальное количество ДТП, погибших, раненых, наименьшие суммы субсидии на обеспечение дорожной деятельности и финансовое обеспечение дорожной деятельности в рамках реализации национального проекта «БКД»

1	2	3
6	Калининградская область, Курганская область, Ленинградская область, Новгородская область, Приморский край, Псковская область, Республика Адыгея, Республика Калмыкия, Республика Карелия, Республика Хакасия, Тамбовская область, Тверская область	Высокий уровень автомобилизации, средние суммы субсидии на обеспечение дорожной деятельности и финансовое обеспечение дорожной деятельности в рамках реализации национального проекта «БКД»
7	Республика Дагестан Республика Ингушетия Чеченская Республика	Наименьшее количество ДТП с пострадавшими, наименьший уровень автомобилизации, высокая плотность населения, максимальная тяжесть последствий ДТП – количество погибших на 100 пострадавших
8	Архангельская область, Мурманская область, Республика Коми, Республика Саха (Якутия), Сахалинская область, Тюменская область, Хабаровский край, Ханты-Мансийский автономный округ	Наибольшие денежные доходы в расчете на душу населения, низкая плотность населения, в основном низкая тяжесть последствий, количество погибших на 100 пострадавших
9	Алтайский край, Владимирская область, Вологодская область, Воронежская область, Иркутская область, Кемеровская область, Красноярский край, Курская область, Липецкая область, Нижегородская область, Омская область, Оренбургская область, Пензенская область, Пермский край, Республика Татарстан, Рязанская область, Саратовская область, Тульская область, Ярославская область	Высокое количество зарегистрированных транспортных средств, в том числе легковых автомобилей и уровень автомобилизации, высокая численность постоянного населения, высокое количество ДТП, погибших, раненых, высокие суммы субсидии на обеспечение дорожной деятельности и финансовое обеспечение дорожной деятельности в рамках реализации национального проекта «БКД»

1	2	3
10	Краснодарский край	Наибольшее количество легковых автомобилей и зарегистрированных транспортных средств, максимальная численность постоянного населения, чел., количество ДТП, погибших и раненых, наибольшая плотность населения и миграционный прирост, высокие суммы субсидии на обеспечение дорожной деятельности и финансовое обеспечение дорожной деятельности в рамках реализации национального проекта «БКД»

Определение класса региона по факторам, учитывающим социально-экономические показатели, позволит оптимизировать финансирование и актуализировать мероприятия направленные на повышение безопасности дорожного движения [160].

### **3.4. Метод оценки БДД на основе параметров подготовленности водителей**

Отбор показателей, которые характеризуют подготовленность водителей, происходит исходя из рассмотрения объективных свойств и объема исходной информации – статистической, открытых источников.

На основании анализа массива данных аварийности установлены 5 категорий по показателю виновности водителей с учётом параметров подготовленности (рисунок 3.13).

В таблице 3.5 представлены обобщённые характерные зависимости виновности водителя при изменении параметров подготовленности. Показанная в таблице 3.5 теоретическая взаимосвязь характера изменения виновности водителей от возраста и стажа управления транспортным средством позволяет получить ее математическое выражение.

Возраст	Стаж												
	до 2	2-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59
0-15													
16-17													
18-19	65,6	55,8											
20-24	66,9	61,3	55,8										
25-29	66,1	59,5	55,8	50,7									
30-34	П1.2	58,5	55,2	51,6	49,5								
35-39	65,2	59,5	55,1	52,5	51,0	48,8							
40-44	66,4	П2.2	56,1	53,8	51,5	50,0	48,6						
45-49	67,0	59,3	55,4	55,3	52,8	П3.1	50,2	49,9	49,2				
50-54	65,2	62,1	56,5	55,7	54,1	52,6	51,0	49,6	49,3				
55-59	64,8	61,9	57,7	58,4	55,4	55,7	54,7	53,5	50,6	52,5			
60-64	65,8	62,3	62,1	61,7	59,8	П2.1	59,8	58,1	58,5	56,8	54,8	55,8	
65 и старше	67,3	68,9	68,2	71,2	69,4	69,3	П1.1	68,5	68,1	67,2	64,7	68,0	74,5

Рисунок 3.13 – Группировка параметров подготовленности водителей в зависимости от показателя виновности

Высокая виновность водителей как со стажем до 2-х лет в любом возрасте, так и возрасте старше 65 лет с любым стажем объясняется увеличением времени реакции водителя на изменяющиеся условия улично-дорожной сети, естественных возрастных изменений психофизиологического состояния и недостаточности актуальных знаний ПДД (категория П1.1), отсутствия навыков уверенного управления ТС при наличии достаточных знаний (категория П1.2).

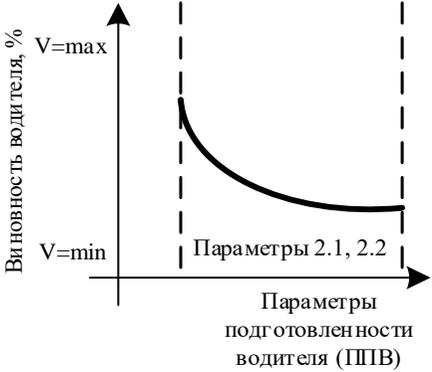
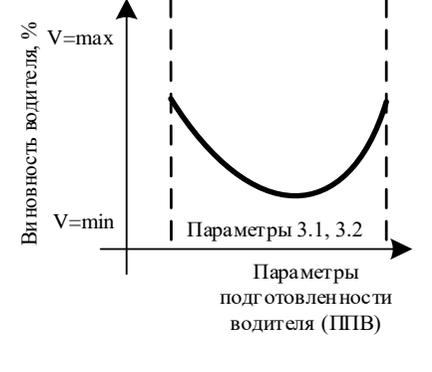
Изменение показателя виновности водителей с наибольшего до минимального соответствует категории П2.1 и П2.2 отличающаяся получением с течением времени уверенных навыков управление ТС при наличии актуальных знаний ПДД.

Категория П3.1 отличается наименьшей виновностью водителя в связи оптимальным уровнем знаний ПДД и навыков управления ТС, психофизиологическим состоянием, наименьшим временем реакции и склонностью к риску.

Таблица 3.5 – Виды зависимостей показателя виновности от параметров подготовленности водителя

№ п/п	Вид зависимости показателя виновности водителя от параметров подготовленности водителя	Категория	Параметры	Характеристика параметров
1	2	3	4	5
1		П1.1	Возраст – старше 65 лет Стаж – любой	Увеличение времени реакции водителя, недостаточность актуальных знаний ПДД, недостаточное или вследствие естественных возрастных изменений психофизиологического состояния владение навыками управления автомобилем, ошибочная оценка состояния дорожного движения, что приводит к недооценке опасности, неправильный выбор дистанции безопасности, нарушение правил проезда пешеходного перехода
		П1.2	Стаж до 2-х лет Возраст – любой	

Окончание табл. 3.5

1	2	3	4	5
2	 <p>Винность водителя, % V=max V=min Параметры 2.1, 2.2 Параметры подготовленности водителя (ППВ)</p>	П2.1	Возраст от 55 до 64 лет Стаж – любой	Получение с течением времени уверенных навыков управление ТС, в связи с этим нарушение требований сигналов светофора и ошибочный прогноз поведения других участников движения при наличии актуальных знаний ПДД
		П2.2	Стаж от 2-х до 9 лет Возраст от 18 до 64 лет	
3	 <p>Винность водителя, % V=max V=min Параметры 3.1, 3.2 Параметры подготовленности водителя (ППВ)</p>	П3.1	Стаж от 10 до 39 лет Возраст от 25 до 54 лет	Оптимальный уровень знаний ПДД и навыков управления ТС, психофизиологическое состояние, наименьшее время реакции и склонность к риску. Для данной возрастной группы наиболее частыми ошибками в процессе управления, является нарушение правил обгона и перестроения;

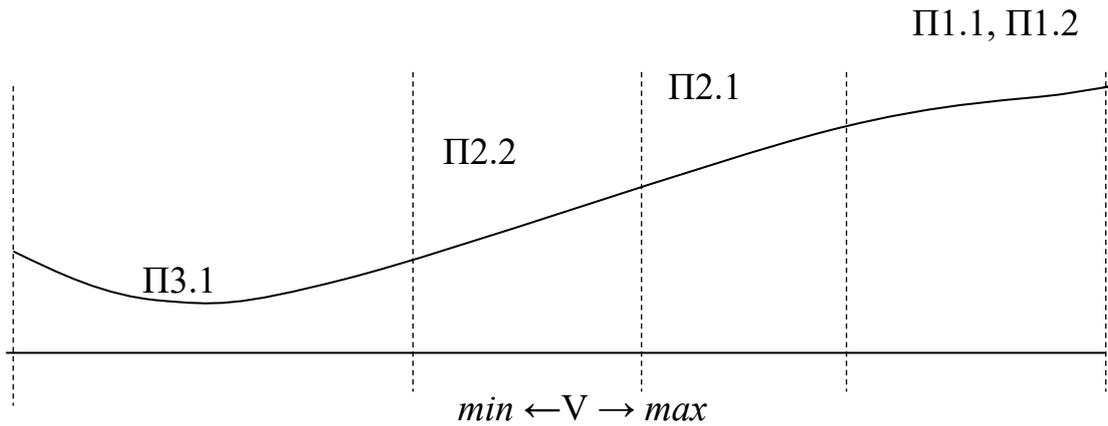


Рисунок 3.14 – Обобщенная схема изменения показателя виновности водителя в ДТП с учётом категорий водителей по параметрам подготовленности

Зависимости показателя виновности водителя в ДТП от параметров подготовленности.

Для П1.1, П1.2:

$$\frac{\Delta V_1}{\Delta q_1} \rightarrow \max \quad (3.12)$$

Для П2.1, П2.2:

$$\min < \frac{\Delta V_2}{\Delta q_2} < \max \quad (3.13)$$

Для ПЗ.1:

$$\frac{\Delta V_3}{\Delta q_3} \rightarrow \min \quad (3.14)$$

Существуют три модели риска возникновения ДТП, внешнее проявление которых отражает соотношение виновности и уровня знаний и навыков безопасного дорожного движения.

Модель (П1.1, П1.2) описывает случай, когда с увеличением возраста или при малом стаже управления ТС, т.е. изменением параметров подготовленности ( $\Delta q_1$ ) в худшую сторону, виновность водителя увеличивается ( $\Delta V_1$ ). Характерно для условий «Возраст – старше 65 лет, Стаж – любой» и «Стаж до 2-х лет, Возраст – любой»

Модель (П2.1, П2.2) описывает случай, когда с увеличением возраста или при незначительном стаже управления ТС, т.е. изменением параметров подготовленности ( $\Delta q_2$ ) в худшую сторону, виновность водителя варьируется от *min* до *max* ( $\Delta V_2$ ). Характерно для условий «Возраст – 55 – 64 года, Стаж – любой» и «Стаж от 2-х до 9 лет, Возраст – от 18 до 64 лет»

Модель (П3.1) описывает случай, когда с увеличением возраста или при значительном стаже управления ТС, т.е. изменением параметров подготовленности ( $\Delta q_3$ ) в лучшую сторону, виновность водителя уменьшается ( $\Delta V_3$ ). Характерно для условий «Возраст – от 25 до 54 лет, Стаж – от 10 до 39 лет».

Далее в таблице 3.6 приведены математические зависимости, основанных на теоретических и экспериментальных исследованиях и описывающих влияние параметров подготовленности водителей и их показателей на безопасность дорожного движения. Теоретическим обоснованием зависимостей является изменение вероятностных моделей поведения водителей (таблица 3.5). Формулы, представленных в таблице 3.6, рекомендуется использовать при прогнозировании ДТП в зависимости от изменения параметров подготовленности.

Для оценки состояния безопасности дорожного движения определены 23 параметра (полностью удовлетворяющие требованиям достаточности и независимости), которые в свою очередь образуют 4 индекса определяющих подготовленность как качество водителей в предотвращении ДТП:  $K_b$  – индекс БДД в зависимости от возраста водителя;  $K_c$  – индекс БДД в зависимости от стажа управления;  $K_y$  – индекс БДД в зависимости от категории водительского удостоверения;  $K_h$  – индекс БДД в зависимости от целевой группы водителей.

Коэффициенты регрессии  $\beta$  рассчитываются в результате выполнения регрессионного анализа методом Гаусса. Для сопоставления различных свойств, измеряемых в разных по диапазону и размерности шкалах, используется относительный безразмерный показатель  $K$ , отражающий степень приближения абсолютного показателя свойства  $Q$  к максимальному  $Q$  и минимальному  $Q$  показателям. Относительный показатель описывается зависимостью,  $k=f(Q^{min}, \dots, Q_i, \dots, Q^{max})$ , которая может быть представлена нормирующей функцией:

$$k = \frac{Q - Q^{min}}{Q^{max} - Q^{min}} \quad (3.15)$$

Состояние БДД в зависимости от возраста водителя будет определяться по формуле:

$$K_b = \sum_{b=1}^9 k_b \beta_b \quad (3.16)$$

$$K_b = k_{b_1} \beta_{b_1} + k_{b_2} \beta_{b_2} + k_{b_3} \beta_{b_3} + k_{b_4} \beta_{b_4} + k_{b_5} \beta_{b_5} + k_{b_6} \beta_{b_6} + k_{b_7} \beta_{b_7} + k_{b_8} \beta_{b_8} + k_{b_9} \beta_{b_9} \quad (3.17)$$

где  $k_b$  – нормирующая величина количества ДТП со смертельным исходом по вине водителя в зависимости от его возраста, ед.

$$k_{b_i} = \frac{Q_{b_i} - Q_{b_i}^{min}}{Q_{b_i}^{max} - Q_{b_i}^{min}} \quad (3.18)$$

где  $Q_{b_1} \dots Q_{b_9}$  – независимые (объясняющие) переменные БДД в зависимости от возраста водителя, (до 18 лет, от 18 до 21 года, от 21 до 25 лет, от 25 до 30

лет, от 30 до 40 лет, от 40 до 50 лет, от 50 до 60 лет, от 60 до 70 лет, старше 70 лет), ед.;

$\beta_{b_1} \dots \beta_{b_9}$  – вес соответствующего показателя возраста водителя.

Состояние БДД в зависимости от стажа управления водителем будет определяться по формуле:

$$K_c = \sum_{c=1}^6 k_c \beta_c \quad (3.19)$$

$$K_c = k_{c_1} \beta_{c_1} + k_{c_2} \beta_{c_2} + k_{c_3} \beta_{c_3} + k_{c_4} \beta_{c_4} + k_{c_5} \beta_{c_5} + k_{c_6} \beta_{c_6} \quad (3.20)$$

где  $k_c$  – нормирующая величина количества ДТП со смертельным исходом по вине водителя в зависимости от стажа управления автомобилем, ед.

$$k_{c_i} = \frac{Q_{c_i} - Q_{c_i}^{\min}}{Q_{c_i}^{\max} - Q_{c_i}^{\min}} \quad (3.21)$$

где  $Q_{c_1} \dots Q_{c_6}$  – независимые (объясняющие) переменные БДД в зависимости от стажа управления (без стажа, до 2-х лет, от 2 до 5 лет, от 5 до 10 лет, от 10 до 15 лет, свыше 15 лет), ед.;

$\beta_{c_1} \dots \beta_{c_6}$  – вес соответствующего показателя стажа управления водителем.

Состояние БДД в зависимости от категории водительского удостоверения водителя определяется по формуле:

$$K_y = \sum_{y=1}^4 k_y \beta_y \quad (3.22)$$

$$K_y = k_{y_1} \beta_{y_1} + k_{y_2} \beta_{y_2} + k_{y_3} \beta_{y_3} + k_{y_4} \beta_{y_4} \quad (3.23)$$

где  $k_{y_i}$  – нормирующая величина количества ДТП со смертельным исходом по вине водителя в зависимости от категории удостоверения, ед.

$$k_{y_i} = \frac{Q_{y_i} - Q_{y_i}^{\min}}{Q_{y_i}^{\max} - Q_{y_i}^{\min}} \quad (3.24)$$

где  $Q_{y_1} \dots Q_{y_4}$  – независимые (объясняющие) переменные БДД в зависимости от категории водительского удостоверения водителя («В», «С», «Д», «А»), ед.;

$\beta_{y_1} \dots \beta_{y_4}$  – вес соответствующего показателя в зависимости от категории удостоверения.

Состояние БДД в зависимости от целевой группы водителей будет определяться по формуле:

$$K_h = \sum_{h=1}^3 k_h \beta_h \quad (3.25)$$

$$K_h = k_{h_1} \beta_{h_1} + k_{h_2} \beta_{h_2} + k_{h_3} \beta_{h_3} \quad (3.26)$$

где  $k_h$  – нормирующая величина количества ДТП со смертельным исходом в зависимости от целевой группы водителей, ед.

$$k_{h_i} = \frac{Q_{h_i} - Q_{h_i}^{\min}}{Q_{h_i}^{\max} - Q_{h_i}^{\min}} \quad (3.27)$$

где  $Q_{h_1} \dots Q_{h_3}$  – независимые (объясняющие) переменные БДД в зависимости от целевой группы водителей, в соответствии с рисунком 2.27 – 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, ед.;

$\beta_{h_1} \dots \beta_{h_3}$  – вес соответствующего показателя в зависимости от категории участника дорожного движения.

В результате математического анализа статистических данных ДТП по регионам РФ будут получены эмпирические линейные уравнения

множественной регрессии вида:

$$Y = f(\beta, Q) + \varepsilon \quad (3.28)$$

где  $Q = Q(Q_1, Q_2, \dots, Q_m)$  – независимые (объясняющие) переменные, являющиеся показателями аварийности;  $\beta$  – вектор параметров (подлежащих определению);  $\varepsilon$  – случайная ошибка (отклонение) – математическое ожидание случайного отклонения  $\varepsilon_i$  равно 0 для всех наблюдений ( $M(\varepsilon_i) = 0$ );  $Y$  – зависимая (объясняемая) переменная БДД.

Теоретическое линейное уравнение множественной регрессии имеет вид:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 Q_1 + \beta_2 Q_2 + \dots + \beta_m Q_m + \varepsilon \quad (3.29)$$

где  $\beta_0$  – свободный член.

Эмпирическое уравнение множественной регрессии:

$$Y = b_0 + b_1 Q_1 + b_1 Q_1 + \dots + b_m Q_m + e \quad (3.30)$$

где  $b_0, b_1, \dots, b_m$  – оценки теоретических значений  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$  коэффициентов регрессии (эмпирические коэффициенты регрессии);  $e$  – оценка отклонения  $\varepsilon$ .

Вычисляются величины для каждой независимой переменной  $Q$ , которые представляют силу и тип взаимосвязи независимой переменной по отношению к зависимой  $K_b, K_c, K_y, K_h$ .

Вычислим коэффициенты регрессии  $\beta$  методом Гаусса для каждой независимой переменной  $Q$ , которые представляют силу и тип взаимосвязи независимой переменной по отношению к зависимой  $K_b, K_c, K_y, K_h$ .

1. Возраст. Анализ массива статистических данных аварийности по данным официального источника ГИБДД, выполненный в разделе 2, позволил

определить возрастные группы водителей. Используя массив данных по Пензенской области, в результате математического анализа был определен количественный показатель для каждого диапазона возрастной группы.

Вес каждой составляющей параметра «возраст», влияющей на безопасность движения:

$$\beta_{b_1} = 0,0116;$$

$$\beta_{b_2} = 0,00187;$$

$$\beta_{b_3} = 0,0443;$$

$$\beta_{b_4} = 0,245;$$

$$\beta_{b_5} = 0,415;$$

$$\beta_{b_6} = 0,145;$$

$$\beta_{b_7} = 0,206;$$

$$\beta_{b_8} = 0,0891;$$

$$\beta_{b_9} = -0,0656.$$

где  $\beta_{b_1} \dots \beta_{b_9}$  – коэффициент регрессии (вес) показателя (возраста водителя: до 18 лет, от 18 до 21 года, от 21 до 25 лет, от 25 до 30 лет, от 30 до 40 лет, от 40 до 50 лет, от 50 до 60 лет, от 60 до 70 лет, старше 70 лет);

По максимальному коэффициенту 0,415 делаем вывод, что наибольшее влияние на результат  $Y$  оказывает  $X_4$  – «возраст 30 – 40 лет».

2. Стаж. В результате анализа научной литературы и массива статистических данных аварийности по данным официального источника ГИБДД, выполненный в разделе 2, определены основные диапазоны групп водителей в зависимости от стажа управления. Используя массив данных по Пензенской области, в результате математического анализа был определен количественный показатель для каждого диапазона стажа управления ТС.

Вес каждой составляющей параметра «стаж», влияющей на безопасность движения:

$$\beta_{c1} = 0,035$$

$$\beta_{c2} = 0,112,$$

$$\beta_{c3} = 0,0215,$$

$$\beta_{c4} = 0,297,$$

$$\beta_{c5} = 0,254,$$

$$\beta_{c6} = 0,332$$

где  $\beta_{c_1} \dots \beta_{c_6}$  – коэффициент регрессии (вес) показателя (стаж управления ТС: без стажа, до 2-х лет, от 2 до 5 лет, от 5 до 10 лет, от 10 до 15 лет, свыше 15 лет).

По максимальному коэффициенту 0,332 делаем вывод, что наибольшее влияние на результат  $Y$  оказывает  $X_6$  – «стаж более 15 лет».

3. Категория водительского удостоверения. В результате анализа нормативных источников определены основные категории водительского удостоверения на права управления транспортными средствами.

Вес каждой составляющей параметра «категория водительского удостоверения» влияющей на безопасность движения:

$$\beta_{y1} = 0,851,$$

$$\beta_{y2} = 0,0692,$$

$$\beta_{y3} = 0,0514,$$

$$\beta_{y4} = 0,0434.$$

где  $\beta_{y_1} \dots \beta_{y_4}$  – коэффициент регрессии (вес) показателя (категория водительского удостоверения водителя: «В», «С», «Д», «А»).

По максимальному коэффициенту 0,851 делаем вывод, что наибольшее влияние на результат  $Y$  оказывает  $X_1$  – «водитель автомобиля с правом управления категория В».

4. Целевая группа водителей. В результате анализа нормативных источников определены целевые группы водителей (раздел 2).

Вес каждой составляющей, влияющей на безопасность движения для параметра «целевая группа водителей»:

$$\beta_{h_1}=0,828;$$

$$\beta_{h_2}=0,0362;$$

$$\beta_{h_3}=-0,0987.$$

где  $\beta_{h_1} \dots \beta_{h_3}$  – коэффициент регрессии (вес) показателя целевой группы водителей (водители механических ТС, водители немеханических ТС, иные водители).

По максимальному коэффициенту 0,828 делаем вывод, что наибольшее влияние на результат  $Y$  оказывает  $X_3$  – «водители механических транспортных средств».

В ходе выполнения математического анализа массива данных по Пензенской области установлены система уравнений влияния параметров характеризующих подготовленность водителей (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Система уравнений влияния параметров характеризующих подготовленность водителей на показатели БДД с учётом регионов РФ

Индекс	Система уравнений	Коэффициенты регрессии $\beta$ (вес)
БДД в зависимости от возраста водителя, $K_b$	$Y = -48,3835 + 1,2508Q_{b_1} + 0,04935Q_{b_2} - 0,5116Q_{b_3} + 2,0753Q_{b_4} + 1,6701Q_{b_5} + 0,9225Q_{b_6} + 1,9036Q_{b_7} + 1,4464Q_{b_8} - 2,8329Q_{b_9}.$	$\beta_{b_1} = 0,0116; \beta_{b_2} = 0,00187; \beta_{b_3} = 0,0443; \beta_{b_4} = 0,245; \beta_{b_5} = 0,415; \beta_{b_6} = 0,145; \beta_{b_7} = 0,206; \beta_{b_8} = 0,0891; \beta_{b_9} = -0,0656.$

БДД в зависимости от стажа управления, $K_c$	$Y = -28,7027 + 0,008Q_{c_1} + 1,7721Q_{c_2} + 0,204Q_{c_3} + 1,7009Q_{c_4} + 1,7572Q_{c_5} + 0,9111Q_{c_6}$	$\beta_{c_1} = 0,035; \beta_{c_2} = 0,112; \beta_{c_3} = 0,0215; \beta_{c_4} = 0,297; \beta_{c_5} = 0,254; \beta_{c_6} = 0,332.$
БДД в зависимости от категории водительского удостоверения, $K_y$	$Y = -30,8082 + 1,1917Q_{y_1} + 0,9843Q_{y_2} + 1,4334Q_{y_3} + 1,4829Q_{y_4}$	$\beta_{y_1} = 0,851; \beta_{y_2} = 0,0692; \beta_{y_3} = 0,0514; \beta_{y_4} = 0,0434.$
БДД в зависимости от целевой группы водителей, $K_h$	$Y = 0,9844Q_{h_1} + 1,1657Q_{h_2} + 0,0168Q_{h_3} - 13,9526$	$\beta_{h_1} = 0,828; \beta_{h_2} = 0,0362; \beta_{h_3} = -0,0987.$

где  $Q_{b_1} \dots Q_{b_9}$  – независимые (объясняющие) переменные БДД в зависимости от возраста водителя (до 18 лет, от 18 до 21 года, от 21 до 25 лет, от 25 до 30 лет, от 30 до 40 лет, от 40 до 50 лет, от 50 до 60 лет, от 60 до 70 лет, старше 70 лет), ед.;  $Q_{c_1} \dots Q_{c_6}$  – независимые (объясняющие) переменные БДД в зависимости от стажа управления (без стажа, до 2-х лет, от 2 до 5 лет, от 5 до 10 лет, от 10 до 15 лет, свыше 15 лет), ед.;  $Q_{y_1} \dots Q_{y_4}$  – независимые (объясняющие) переменные БДД в зависимости от категории водительского удостоверения водителя («В», «С», «Д», «А»), ед.;  $Q_{h_1} \dots Q_{h_3}$  – независимые (объясняющие) переменные БДД в зависимости от целевой группы водителей, в соответствии с рисунком 13 – 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3, ед.;  $\beta_{b_1} \dots \beta_{b_9}$  – коэффициент регрессии (вес) показателя возраста водителя;  $\beta_{c_1} \dots \beta_{c_6}$  – коэффициент регрессии (вес) показателя стажа управления ТС;  $\beta_{y_1} \dots \beta_{y_4}$  – коэффициент регрессии (вес) показателя категории водительского удостоверения водителя («В», «С», «Д», «А»);  $\beta_{h_1} \dots \beta_{h_3}$  – коэффициент регрессии (вес) показателя целевой группы водителей;

Системная модель БДД с учётом подготовленности водителей примет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} K_b = \sum_{b=1}^9 k_b \beta_b \quad Q_{b_i} > 0 \\ K_c = \sum_{c=1}^6 k_c \beta_c \quad Q_{c_i} > 0 \\ K_y = \sum_{y=1}^4 k_y \beta_y \quad Q_{y_i} > 0 \\ K_h = \sum_{h=1}^3 k_h \beta_h \quad Q_{h_i} > 0 \end{array} \right. \quad (3.31)$$

Пример интерпретации параметров модели индекса БДД в зависимости от возраста водителя  $K_b$ : увеличение на 1 единицу измерения показателя аварийности по причине нарушения ПДД водителем в возрасте до 18 лет ( $Q_{b_1}$ ) приводит к увеличению показателя БДД в среднем на 1,251 единиц измерения; увеличение на 1 единицу измерения показателя аварийности по причине нарушения ПДД водителем в возрасте от 18 до 21 года ( $Q_{b_2}$ ) приводит к увеличению показателя БДД в среднем на 0,0493 единиц измерения; увеличение на 1 единицу измерения показателя аварийности по причине нарушения ПДД водителем в возрасте от 21 года до 25 лет ( $Q_{b_3}$ ) приводит к уменьшению показателя БДД в среднем на 0,512 единиц измерения; увеличение на 1 единицу измерения показателя аварийности по причине нарушения ПДД водителем в возрасте от 25 до 30 лет ( $Q_{b_4}$ ) приводит к увеличению показателя БДД в среднем на 2,075 единиц измерения; увеличение на 1 единицу измерения показателя аварийности по причине нарушения ПДД водителем в возрасте от 30 до 40 лет ( $Q_{b_5}$ ) приводит к увеличению показателя БДД в среднем на 1,67 единиц измерения; увеличение на 1 единицу измерения показателя аварийности по причине нарушения ПДД водителем в возрасте от 40 до 50 лет ( $Q_{b_6}$ ) приводит к увеличению показателя БДД в среднем на 0,923 единиц измерения; увеличение на 1 единицу измерения показателя

аварийности по причине нарушения ПДД водителем в возрасте от 50 до 60 лет ( $Q_{b_7}$ ) приводит к увеличению показателя БДД в среднем на 1,904 единиц измерения; увеличение на 1 единицу измерения показателя аварийности по причине нарушения ПДД водителем в возрасте от 60 до 70 лет ( $Q_{b_8}$ ) приводит к увеличению показателя БДД в среднем на 1,446 единиц измерения; увеличение на 1 единицу измерения показателя аварийности по причине нарушения ПДД водителем старше 70 лет ( $Q_{b_9}$ ) приводит к уменьшению показателя БДД в среднем на 2,833 единиц измерения. По максимальному коэффициенту  $\beta_5=0,415$  делаем вывод, что наибольшее влияние на показатель БДД оказывает  $Q_{b_5}$  – возраст водителя от 30 до 40 лет. Статистическая значимость уравнений проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера. Установлено, что в исследуемой ситуации 99,59% значений показателей аварийности объясняется изменением факторов  $Q_j$ .

### **3.5 Метод прогнозирования показателей аварийности с учётом подготовленности водителей**

Для оценки изменения состояния аварийности на заданной территории необходимо знать соответствующие показатели и их значения, характеризующих состояние БДД. Состояние аварийности характеризуется абсолютными и относительными показателями, состав которых определяется соответствующими нормативными документами.

Процесс прогнозирования ДТП и их последствий заключается в нахождении целевой переменной – показателя  $y$  на основе множества  $N$  входных переменных (предикторов)  $\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_N\}$ .

В качестве предикторов для прогнозирования ДТП с учётом дорожных условий учёными [109] используются следующие показатели, характеризующие состояние улично-дорожной сети и время ДТП:  $x_1$  – день года (номер дня в году),  $x_2$  – день месяца,  $x_3$  – день недели,  $x_4$  – месяц,  $x_5$  – год,  $x_6$  – час,  $x_7$  – минута,  $x_8$  – праздничный день (да/нет),  $x_9$  – широта,  $x_{10}$  – долгота,

$x_{11}$  – температура воздуха,  $x_{12}$  – погода (ясно/дождь/снег),  $x_{13}$  – туман (да/нет),  $x_{14}$  – атмосферное давление,  $x_{15}$  – геомагнитная активность (0 – 9),  $x_{16}$  – ширина проезжей части,  $x_{17}$  – ширина обочин,  $x_{18}$  – видимость,  $x_{19}$  – тип пересечения,  $x_{20}$  – количество проездов на участке дороги,  $x_{21}$  – средняя скорость движения на участке дороги,  $x_{22}$  – инженерное обеспечение участка дороги.

Задача генерации прогнозов состоит в выдаче целевых показателей в соответствии с задачами прогнозирования в задаваемых диапазонах значений предикторов, т.е. необходимо сформировать набор данных о прогнозируемых ДТП в определенном диапазоне время-дата в определенном районе с определенными показателями параметров, характеризующих подготовленность водителей.

Результатом генерации прогнозов является список из всех комбинаций, для которых целевой показатель «Будет ДТП» принимает истинное значение.

Данные о значениях показателей ДТП на определенной территории в заданный период времени, могут быть представлены в форме таблицы 3.7 и таблицы 3.8.

Для решения задачи прогнозирования аварийности на автомобильном транспорте использованы возможности нейронной сети.

Датасет, обработанный и структурированный массив данных в полной мере учитывает административно-территориальные образования РФ, характеризующиеся различными климатическими условиями и географическим положением, плотностью автомобильных дорог и численностью населения. Количество объектов, признаков и их показателей в достаточной мере отражает реальность состояния решаемой задачи, достоверность аналитики и обученные с её помощью нейросети.

В настоящем исследовании массив данных представлен в виде простой записи – таблицы, в строках которой расположены объекты – регионы РФ, а в колонках – признаки – показатели состояния БДД и социально-экономические показатели, являющиеся внешней средой. Явных связей между строками и столбцами нет, признаки соответствуют конкретным объектам.

На этапе обучения необходимо минимизировать частоту ошибок, а также убедиться, что модель хорошо обобщается на новых данных. При построении модели нейронной сети устанавливается параметр количество эпох перед началом обучения. Набор данных разделен на обучающий и проверочный наборы, что позволит построить графики кривой обучения для разных наборов, позволяющих диагностировать насколько модель изучена или соответствует набору обучающих данных, чтобы принять решение о сходимости модели. Веса нейронной сети обновляются итеративно, поскольку алгоритм основан на градиентном спуске.

Функция потерь в машинном обучении является мерой того, насколько точно модель способна предсказать ожидаемый результат. Оценка потерь проводилась по трем наиболее распространенным функциям потерь для регрессии машинного обучения.

1. Среднеквадратичная ошибка – MSE.

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (3.32)$$

где  $N$  – количество предикторов;

$y_i$  – предсказанный показатель;

$\hat{y}_i$  – основополагающий показатель.

MSE гарантирует, что обученная модель не имеет прогнозируемых выбросов с огромными ошибками, поскольку MSE придает большее значение этим ошибкам из-за квадратной части функции.

2. Средняя абсолютная ошибка – MAE.

$$MAE = \frac{\sum |y - \hat{y}|}{n} \quad (3.33)$$

где  $n$  – число наблюдений

Таким образом, функция потерь обеспечивает общую меру того, насколько хорошо работает модель.

3. Loss Function определяет, насколько хорошо работает модель, сравнив прогнозируемое и фактическое значение. Если  $y_i$  очень отличается от  $\hat{y}_i$ , значение потерь будет очень высоким. Однако, если оба значения почти одинаковы, значение потерь будет очень низким. Следовательно, необходимо сохранить функцию потерь, пока модель обучается на тренировочных данных.

Метод наименьших квадратов не требует масштабирования признаков, но градиентному спуску необходимо, чтобы все значения находились в одном диапазоне. В связи с этим проводится нормализация данных.

С каждой итерацией обновляются веса, умножая коэффициент скорости обучения на градиент. Обучая модель, выводятся коэффициенты и достигнутый (минимальный) уровень ошибки. Коэффициент детерминации ( $R^2$ ) или скорректированный  $R^2$  отображает точность модели.

Способности нейронной сети к прогнозированию показателей аварийности напрямую следуют из её способности к обобщению и выделению скрытых зависимостей между входными и выходными данными. «После обучения сеть способна предсказать будущее значение признака показателя аварийности на основе нескольких предыдущих значений и (или) каких-то существующих в настоящий момент факторов. Прогнозирование показателей аварийности возможно только тогда, когда предыдущие изменения действительно в какой-то степени предопределяют будущие» [109].

«В соответствии с установленными входными и выходными данными, определяется количество входных и выходных нейронов: на вход нейросети поступает вектор из 32 значений, на выходе – вектор из 2 значений. Нейронная сеть выполнена на основе перцептрона Румельхарта с 1 скрытым слоем. Число нейронов скрытого слоя определено по правилу геометрической пирамиды» [109] (3.13):

$$k = \sqrt{nm} \quad (3.34)$$

где  $k$  – число нейронов в скрытом слое,  
 $n$  – число нейронов во входном слое;  
 $m$  – число нейронов в выходном слое.

Таким образом, число нейронов в скрытом слое – 8.

Топология используемой искусственной нейронной сети представлена на рисунке 3.15.

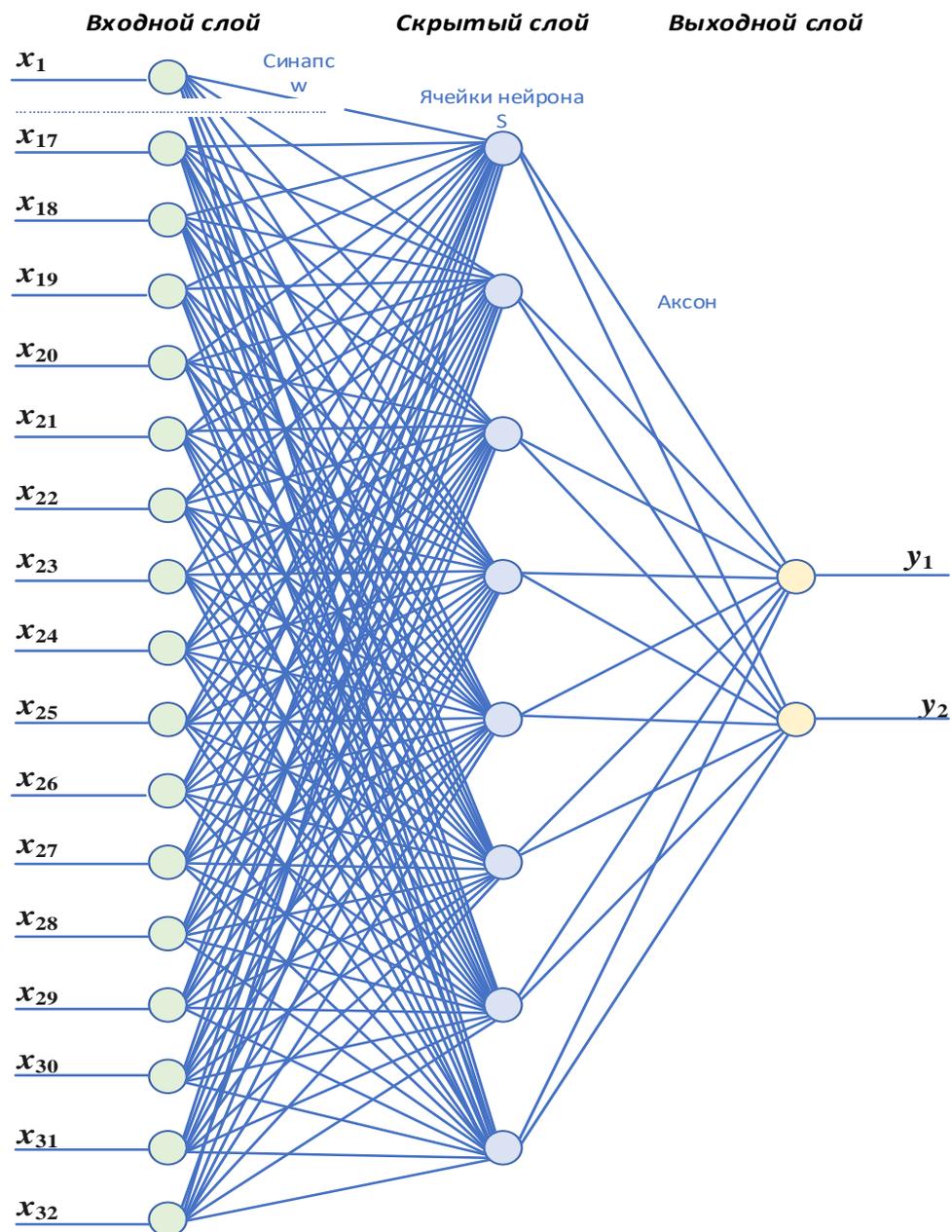


Рисунок 3.15 – Общая схема нейронной сети прогнозирования ДТП,  
составлено автором

Математически [167] нейрон представляет собой взвешенный сумматор, единственный выход которого определяется через его входы и матрицу весов (3.14):

$$y=f(u) \quad (3.35)$$

где  $f(u)$  – передаточная функция.

Передаточная функция определяет зависимость сигнала на выходе нейрона от взвешенной суммы сигналов на его входах [109, 167]. В большинстве случаев она имеет область значений  $n$

Сигнал на выходе равен нулю (нет ДТП) пока взвешенный сигнал на входе нейрона не достигает некоторого уровня  $T$  (в случае прогнозирования ДТП этот уровень будет характеризоваться совокупными данными параметров подготовленности). Выходной сигнал будет равен единице (будет ДТП), когда сигнал на входе нейрона превысит указанный уровень [186]:

$$f(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x \geq T \\ 0, & \text{else} \end{cases} \quad (3.36)$$

где  $T$  – сдвиг функции активации относительно горизонтальной оси и используется для формирования порога чувствительности нейрона.

Таким образом, результат выходных данных будет функцией, определяемой через его входы и матрицу весов (3.16):

$$y = f(\sum x_i w_i) \quad (3.37)$$

где  $x_i$  – сигнал на входе нейрона;

$w_i$  – соответствующий сигналу на входе вес.

Структура входных данных, представленных учёными в работе [109] дополнена данными:

– данные о показателях подготовленности водителей, чьи осознанные

или неосознанные действия стали причиной ДТП:

- целевая группа CATEG  $\in \{1, 2, 3\}$ ,  $x_{23}$ ;
- социальная категория SOCATEG  $\in \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ ,  $x_{24}$ ;
- нарушения правил дорожного движения PDD  $\in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots, 97\}$ ,  $x_{25}$ ;
- возраст AGE  $\in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \dots, 100\}$ ,  $x_{26}$ ;
- стаж управления MANAGEM  $\in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ ,  $x_{27}$ ;
- данные о показателях подготовленности водителя до 18 лет:
- целевая группа CATEGCHILD  $\in \{1, 2, 3\}$ ,  $x_{28}$ ;
- возраст AGECHILD  $\in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, \dots, 18\}$ ,  $x_{29}$ ;
- социальная категория SOCATEGCHILD  $\in \{0, 1, 2, 3, 4\}$ ,  $x_{30}$ ;
- стаж управления MANAGEMCHILD  $\in \{0, 1, 2, 3, 4\}$ ,  $x_{31}$ ;
- нарушения правил дорожного движения PDDCHILD  $\in \{0, 1, 2, 3, 4, \dots, 50\}$ ,  $x_{32}$ ;

Результатом является прогнозирование количества ДТП в заданных условиях, а также прогноз по конкретным показателям ДТП [186].

Таким образом, задача прогнозирования сводится формально к задаче бинарной классификации «ДТП / Нет ДТП» для конкретных значений входных переменных. Значения показателей ДТП на заданной территории в период времени с учётом значений заданного фактора, например, «Возраст водителя» или «целевая группа водителей»: могут быть представлены в форме таблицы 3.7. Количество факторов для табличной формы назначается самостоятельно исходя из цели анализа.

Предлагаемый алгоритм прогнозирования ДТП с учётом показателей подготовленности водителей (рисунок 3.16) выполняет выбор соответствующих мест из общего набора данных с помощью проверки условий, например:

- ДТП по вине водителей возрастом «\_»;

- ДТП с участием несовершеннолетних по категориям велосипедист, водитель СИМ;
- «ДТП с участием водителей стаж «\_»».

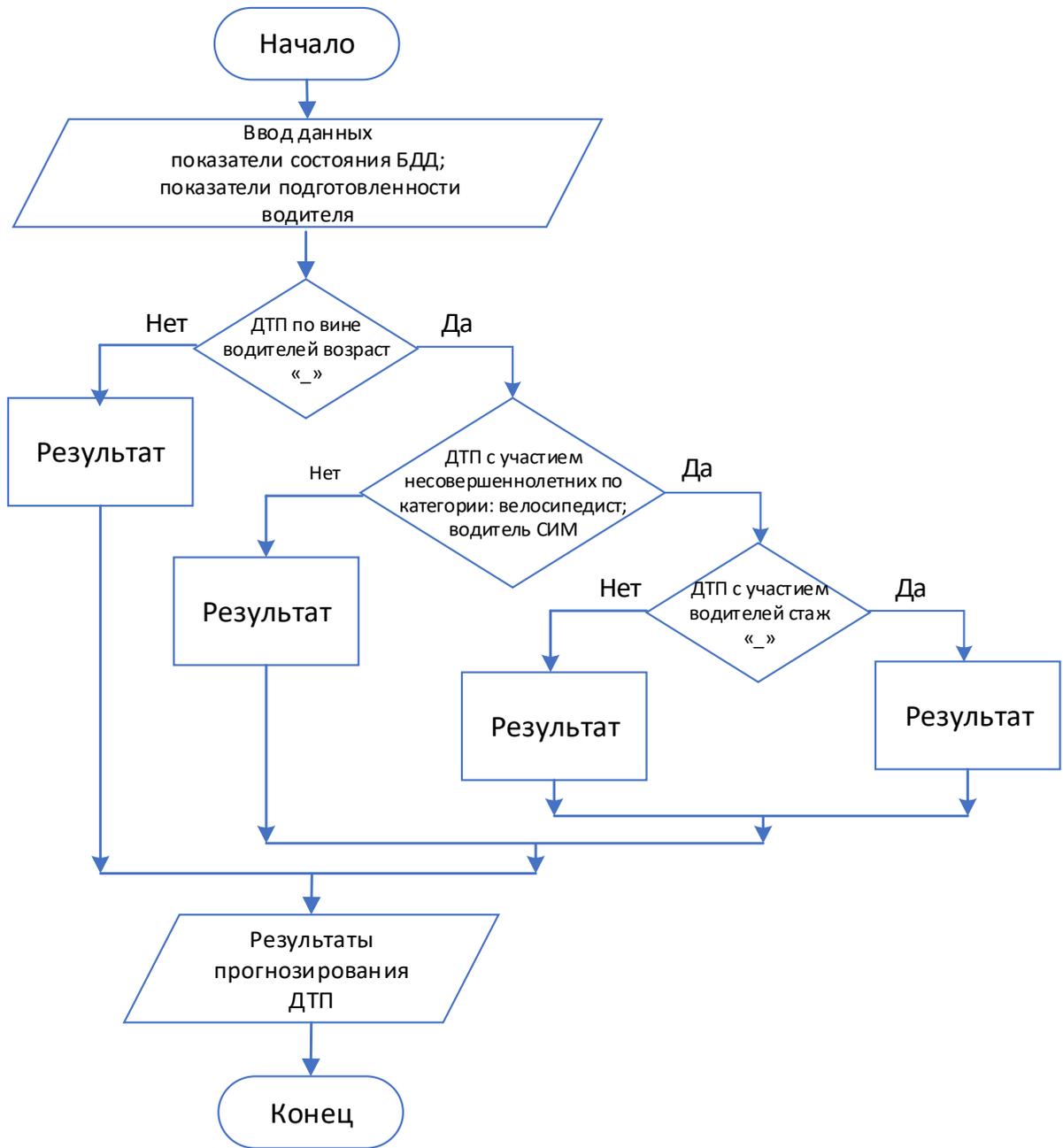


Рисунок 3.16– Алгоритм прогнозирования ДТП с учётом показателей подготовленности водителей

Разработанный вариант алгоритма отбора ДТП (рисунок 3.18) предусматривает циклическую работу пользователя в диалоговом режиме с выводом в форме списка меню действий пользователя.

Таблица 3.7 – Пример. Показатели ДТП с учётом параметра «Возраст», «Стаж управления ТС»

Значения параметра		Абсолютные (единичные, частные) показатели ДТП:					Относительные (комплексные) показатели ДТП:			
Возраст	Стаж	общее кол-во ДТП	кол-во погибших	кол-во раненых	кол-во ДТП без пострадавших	...	кол-во погибших на 100 раненых	обобщённый показатель	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Таблица 3.8 – Сортированные данные о ДТП на территории по показателю «Количество погибших по целевой группе водителей»

Номер ДТП	ДТП (координаты):		Количество погибших по целевой группе водителей
	широта	долгота	
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...

Таблица 3.9 – Массив исходных данных для прогнозирования показателей аварийности и кластеризации сформирован программой Python 3.10. Фрагмент.

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	...	x205	x206	x207	x208	x209	x210	x211	x212	x213	klaster	
<b>Region</b>																						
<b>Белгородская область</b>	1174406	61483	2570	23095	938	17140	600	97	13762	0	...	73.6	159.6	25.8	47.7	516	814	85.5	10.0	103.3	2	
<b>Брянская область</b>	385599	149959	1862	18803	3662	11569	467	69	9100	0	...	56.1	128.4	19.5	25.3	419	340	95.8	11.5	125.0	1	
<b>Владимирская область</b>	849344	169256	2964	28480	2674	12995	543	32	10642	0	...	72.7	142.6	21.4	27.6	462	547	169.6	19.2	230.2	9	
<b>Воронежская область</b>	962460	175390	4027	10935	249	28915	1210	80	21243	32	...	104.0	225.1	34.8	86.0	754	808	133.9	17.8	165.3	9	
<b>Ивановская область</b>	263114	99326	2390	4949	1759	4732	352	49	3532	1	...	52.6	99.7	15.2	25.4	327	330	113.5	9.0	172.3	1	

5 rows × 214 columns

Проведённые исследования влияния параметров подготовленности водителей и показателей внешней среды на уровень БДД позволили сформировать базу данных для прогнозирования показателей аварийности с участием водителей различных целевых групп.

Программный алгоритм прогнозирования аварийности с участием водителей на языке программирования Python 3.10 представлен ниже:

```
import os
import datetime
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
```

#### Загрузка и подготовка данных

```
from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')
```

```
Mounted at /content/drive
```

```
Data =
pd.read_excel('/content/drive/MyDrive/DTPdata/2019_data.xlsx',
index_col='Region')
```

```
Data = pd.read_excel('/content/drive/MyDrive/2019_data.xlsx',
index_col='Region')
```

```
Data.head()
```

Таблица 3.10. – Параметры модели. Таблица сформирована Python 3.10

Параметры модели.

---

```
'x1' - нарушений ПДД
'x2' - УДД водитель - нарушения ПДД, ед.
'x3' - УДД водитель в опьянении - нарушения ПДД, ед.
'x6' - ВУ всего
'x7' - категория А
'x8' - категория А1
'x9' - категория В
'x10' - категория В1 АS
'x11' - категория В1 МS
'x12' - категория С
'x13' - категория С1
'x14' - категория D
'x15' - категория D1
```

- 'x16' - категория BE
- 'x17' - категория CE
- 'x18' - категория C1E
- 'x19' - категория DE
- 'x20' - категория D1E
- 'x21' - категория Tm трамвай
- 'x22' - категория Tb троллейбус
- 'x23' - категория M
- 'x24' - ДТП всего
- 'x25' - Погибло всего, чел.
- 'x26' - Ранено всего, чел.
- 'x27' - Тяжесть последствий средняя
- 'x28' - ДТП из-за нарушения ПДД водителями ТС, ед.
- 'x29' - Погибло из-за нарушения ПДД водителями ТС, чел.
- 'x30' - Ранено из-за нарушения ПДД водителями ТС, чел.
- 'x31' - Тяжесть последствий из-за нарушения ПДД водителями ТС
- 'x32' - ДТП с участием легковых ТС
- 'x33' - Погибло с участием легковых ТС, чел.
- 'x34' - Ранено с участием легковых ТС, чел.
- 'x35' - Тяжесть последствий с участием легковых ТС
- 'x36' - ДТП с участием грузовых ТС, ед.
- 'x37' - Погибло с участием грузовых ТС, чел.
- 'x38' - Ранено с участием
- 'x39' - Тяжесть последствий с участием грузовых ТС
- 'x40' - ДТП с участием автобусов, ед.
- 'x41' - Погибло с участием автобусов, чел.
- 'x42' - Ранено с участием автобусов, чел.
- 'x43' - Тяжесть последствий с участием автобусов
- 'x44' - ДТП с участием мотоциклов, ед.
- 'x45' - Погибло с участием мотоциклов, чел.
- 'x46' - Ранено с участием мотоциклов, чел.
- 'x47' - Тяжесть последствий с участием мотоциклов
- 'x48' - ДТП со стажем управления до 2 лет, ед.
- 'x49' - Погибло со стажем управления до 2 лет, чел.
- 'x50' - Ранено со стажем управления до 2 лет, чел.
- 'x51' - Тяжесть последствий со стажем управления до 2 лет
- 'x52' - ДТП по вине водителя мужчины со стажем управления до 2 лет
- 'x53' - Погибло по вине водителя мужчины со стажем управления до 2 лет, чел.
- 'x54' - Ранено по вине водителя мужчины со стажем управления до 2 лет, чел.
- 'x55' - Тяжесть последствий по вине водителя мужчины со стажем управления до 2 лет
- 'x56' - ДТП по вине водителя женщины со стажем управления до 2 лет
- 'x57' - Погибло по вине водителя женщины со стажем управления до 2 лет, чел.
- 'x58' - Ранено по вине водителя женщины со стажем управления до 2 лет, чел.
- 'x59' - Тяжесть последствий по вине водителя женщины со стажем управления до 2 лет
- 'x80' - ДТП с детьми-водителями механических ТС

- 'x81' - Погибло детей-водителей механических ТС, чел.
- 'x82' - Ранено детей-водителей механических ТС, чел.
- 'x83' - Тяжесть последствий ДТП с детьми-водителями механических ТС
- 'x84' - ДТП с детьми - велосипедистами
- 'x85' - Погибло детей - велосипедистов, чел.
- 'x86' - Ранено детей - велосипедистов
- 'x87' - Тяжесть последствий ДТП с детьми - велосипедистами
- 'x96' - ДТП по собственной неосторожности детей-водителей механических ТС
- 'x97' - Погибло по собственной неосторожности детей-водителей механических ТС
- 'x98' - Ранено по собственной неосторожности детей-водителей механических ТС
- 'x99' - Тяжесть последствий ДТП по собственной неосторожности детей-водителей механических ТС
- 'x100' - ДТП по собственной неосторожности детей-велосипедистов
- 'x101' - Погибло по собственной неосторожности детей-велосипедистов, чел.
- 'x102' - Ранено по собственной неосторожности детей-велосипедистов, чел.
- 'x103' - Тяжесть последствий по собственной неосторожности детей-велосипедистов
- 'x104' - население, чел.
- 'x105' - % от общ. населения РФ
- 'x106' - Городское население, чел.
- 'x107' - % от городского населения
- 'x108' - сельское население, чел.
- 'x109' - % от сельского населения
- 'x110' - площадь, км<sup>2</sup>
- 'x111' - плотность населения, чел/км<sup>2</sup>
- 'x112' - уровень автомобилизации, авт./1000 жит.
- 'x113' - плотность дорог с твердым покрытием, км/1000 кв. км
- 'x114' - Общая протяженность автомобильных дорог - всего
- 'x115' - общая протяженность дорог, км
- 'x116' - Удельный вес АД с твердым покрытием в общей протяженности АД общего пользования
- 'x117' - Среднедушевые денежные доходы, руб./месяц
- 'x118' - количество грузовых автомобилей
- 'x119' - длительность зимнего периода, дней
- 'x120' - транспортный индекс
- 'x121' - ДТП с участием водителей, возраст которых от 0 до 10 лет
- 'x122' - Погибло с участием водителей, возраст которых от 0 до 10 лет, чел.
- 'x123' - Ранено с участием водителей, возраст которых от 0 до 10 лет, чел.
- 'x124' - Тяжесть последствий ДТП с участием водителей, возраст которых от 0 до 10 лет
- 'x125' - ДТП с участием водителей, возраст которых от 10 до 14 лет
- 'x126' - Погибло с участием водителей, возраст которых от 10 до 14 лет, чел.

- 'x127' - Ранено с участием водителей, возраст которых от 10 до 14 лет, чел.
- 'x128' - Тяжесть последствий ДТП с участием водителей, возраст которых от 10 до 14 лет
- 'x129' - ДТП с участием водителей, возраст которых от 14 до 16 лет
- 'x130' - Погибло с участием водителей, возраст которых от 14 до 16 лет, чел.
- 'x131' - Ранено с участием водителей, возраст которых от 14 до 16 лет, чел.
- 'x132' - Тяжесть последствий ДТП с участием водителей, возраст которых от 14 до 16 лет
- 'x133' - ДТП с участием водителей, возраст которых от 16 до 18 лет
- 'x134' - Погибло с участием водителей, возраст которых от 16 до 18 лет, чел.
- 'x135' - Ранено с участием водителей, возраст которых от 16 до 18 лет, чел.
- 'x136' - Тяжесть последствий с участием водителей, возраст которых от 16 до 18 лет
- 'x137' - ДТП с участием водителей, возраст которых от 18 до 21 лет
- 'x138' - Погибло с участием водителей, возраст которых от 18 до 21 лет
- 'x139' - Ранено с участием водителей, возраст которых от 18 до 21 лет
- 'x140' - Тяжесть последствий ДТП с участием водителей, возраст которых от 18 до 21 лет
- 'x141' - ДТП с участием водителей, возраст которых от 21 до 25 лет
- 'x142' - Погибло с участием водителей, возраст которых от 21 до 25 лет, чел.
- 'x143' - Ранено с участием водителей, возраст которых от 21 до 25 лет
- 'x144' - Тяжесть последствий с участием водителей, возраст которых от 21 до 25 лет
- 'x145' - ДТП с участием водителей, возраст которых от 25 до 30 лет
- 'x146' - Погибло с участием водителей, возраст которых от 25 до 30 лет, чел.
- 'x147' - Ранено с участием водителей, возраст которых от 25 до 30 лет
- 'x148' - Тяжесть последствий с участием водителей, возраст которых от 25 до 30 лет
- 'x149' - ДТП с участием водителей, возраст которых от 30 до 40 лет
- 'x150' - Погибло с участием водителей, возраст которых от 30 до 40 лет, чел
- 'x151' - Ранено с участием водителей, возраст которых от 30 до 40 лет, чел.
- 'x152' - Тяжесть последствий с участием водителей, возраст которых от 30 до 40 лет

- 'x153' - ДТП с участием водителей, возраст которых от 40 до 50 лет
- 'x154' - Погибло с участием водителей, возраст которых от 40 до 50 лет, чел.
- 'x155' - Ранено с участием водителей, возраст которых от 40 до 50 лет, чел.
- 'x156' - Тяжесть последствий с участием водителей, возраст которых от 40 до 50 лет
- 'x157' - ДТП с участием водителей, возраст которых от 50 до 60 лет
- 'x158' - Погибло с участием водителей, возраст которых от 50 до 60 лет, чел.
- 'x159' - Ранено с участием водителей, возраст которых от 50 до 60 лет, чел.
- 'x160' - Тяжесть последствий с участием водителей, возраст которых от 50 до 60 лет
- 'x161' - ДТП с участием водителей, возраст которых от 60 до 70 лет
- 'x162' - Погибло с участием водителей, возраст которых от 60 до 70 лет, чел.
- 'x163' - Ранено с участием водителей, возраст которых от 60 до 70 лет, чел.
- 'x164' - Тяжесть последствий с участием водителей, возраст которых от 60 до 70 лет
- 'x165' - ДТП с участием водителей, возраст которых свыше 70 лет
- 'x166' - Погибло с участием водителей, возраст которых свыше 70 лет, чел
- 'x167' - Ранено с участием водителей, возраст которых свыше 70 лет, чел.
- 'x168' - Тяжесть последствий с участием водителей, возраст которых свыше 70 лет
- 'x169' - ДТП с участием водителей со стажем управления от 2 до 5 лет
- 'x170' - Погибло с участием водителей со стажем управления от 2 до 5 лет, чел.
- 'x171' - Ранено с участием водителей со стажем управления от 2 до 5 лет, чел.
- 'x172' - Тяжесть последствий с участием водителей со стажем управления от 2 до 5 лет
- 'x173' - ДТП с участием водителей со стажем управления от 5 до 10 лет
- 'x174' - Погибло с участием водителей со стажем управления от 5 до 10 лет, чел.
- 'x175' - Ранено с участием водителей со стажем управления от 5 до 10 лет, чел.
- 'x176' - Тяжесть последствий с участием водителей со стажем управления от 5 до 10 лет
- 'x177' - ДТП с участием водителей со стажем управления от 10 до 15 лет
- 'x178' - Погибло с участием водителей со стажем управления от 10 до 15 лет, чел.
- 'x179' - Ранено с участием водителей со стажем управления от 10 до 15 лет, чел.

'x180' - Тяжесть последствий с участием водителей со стажем управления от 10 до 15 лет  
 'x181' - ДТП с участием водителей со стажем управления свыше 15 лет  
 'x182' - Погибло с участием водителей со стажем управления свыше 15 лет, чел.  
 'x183' - Ранено с участием водителей со стажем управления свыше 15 лет, чел.  
 'x184' - Тяжесть последствий с участием водителей со стажем управления свыше 15 лет  
 'x193' - ДТП в городских поселениях с числом жителей 1 млн. и более  
 'x194' - Погибло в городских поселениях с числом жителей 1 млн. и более  
 'x195' - Ранено в городских поселениях с числом жителей 1 млн. и более  
 'x196' - Тяжесть последствий в городских поселениях с числом жителей 1 млн. и более  
 'x197' - ДТП в городских поселениях с числом жителей 250-999,9  
 'x198' - Погибло в городских поселениях с числом жителей 250-999,9  
 'x199' - Ранено в городских поселениях с числом жителей 250-999,9  
 'x200' - Тяжесть последствий в городских поселениях с числом жителей 250-999,9  
 'x201' - количество перевезенных пассажиров автобусами, млн.чел.  
 'x202' - безработные, тыс.чел.  
 'x203' - иностранные граждане, имеющие разрешение на работу, чел.  
 'x204' - Распределение мигрантов по возрастным группам (миграционный прирост/убыль) Трудоспособ возраст, чел.  
 'x205' - дети детсад, тыс.чел.  
 'x206' - школьники, тыс.чел.  
 'x207' - учащиеся СПО, тыс.чел.  
 'x208' - учащиеся ВУЗ, тыс.чел.  
 'x209' - пенсионеры, тыс.чел.  
 'x210' - Ввод в действие жилых домов, кв. м на 1000 человек населения  
 'x211' - Число ДТП на 100 000 человек населения  
 'x212' - Число погибших в ДТП на 100 000 человек населения  
 'x213' - Количество раненых в ДТП, человек на 100 тыс. населения  
 'x214' - класс

```
X_list=['x92', 'x96', 'x100', 'x111', 'x112', 'x115', 'x121',
        'x125', 'x129', 'x205', 'x206', 'x207', 'x211', 'x133']#
Y_list=['x88']
"""
X = pd.DataFrame()
for n in X_list:
    X[n]=Data[n]

Y = pd.DataFrame()
```

```

for n in Y_list:
    Y[n]=Data[n]

X.head()
"""

    \nX = pd.DataFrame()\nfor n in X_list:\n X[n]=Data[n]\n\nY =
pd.DataFrame()\nfor n in Y_list:\n Y[n]=Data[n]\n\nX.head()\n

X = Data[Data.klaster == 9] [X_list]
Y = Data[Data.klaster == 9] [Y_list]

```

```
X.head()
```

```

fromsklearn.model_selection import train_test_split
fromkeras.layersimport Normalization
"""
X_train, X_test, Y_train, Y_test = train_test_split(X, Y,
test_size=0.10) # test_size=0.15 - доля записей, которые будут
ИСПОЛЬЗОВАНЫ В КАЧЕСТВЕ ТЕСТОВЫХ

X_train_features = X_train.copy()
Y_train_features = Y_train.copy()
"""
X_train_features = X.copy()
Y_train_features = Y.copy()

data_normalizer = Normalization(axis=-1)
data_normalizer.adapt(np.array(X_train_features))

```

Создание нейронной сети

```

fromkeras.modelsimport Sequential
fromkeras.layersimport Dense, Dropout

model = Sequential()
model.add(data_normalizer)
model.add(Dense(64, input_dim = len(X_list), activation =
'relu'))
model.add(Dropout(0.15))
model.add(Dense(128, activation = 'relu'))
model.add(Dropout(0.18))
model.add(Dense(256, activation = 'relu'))
model.add(Dropout(0.18))
#model.add(Dense(64, activation = 'relu'))
#model.add(Dropout(0.18))
model.add(Dense(1))
model.compile(optimizer = 'adam', loss = 'mean_squared_error',
metrics = ['mse', 'mae']) # metrics = ['mse', 'mae']

```

Таблица 3.11– Исходные данные для прогнозирования показателей аварийности по вине водителей в возрасте 30 – 40 лет. Фрагмент сформирован Python 3.10

	x92	x96	x100	x111	x112	x115	x121	x125	x129	x205	x206	x207	x211	x133
<b>Region</b>														
<b>Владимирская область</b>	44	7	18	46.71	296.2	67.9	0	3	9	72.7	142.6	21.4	169.6	17
<b>Воронежская область</b>	37	12	14	44.51	346.7	63.1	1	8	9	104.0	225.1	34.8	133.9	26
<b>Курская область</b>	25	12	13	36.81	314.2	64.7	0	3	15	42.9	114.3	22.6	149.5	22
<b>Липецкая область</b>	7	9	3	47.38	336.1	79.1	0	3	7	53.0	120.7	18.1	142.1	15
<b>Рязанская область</b>	39	10	15	28.00	379.2	66.5	0	4	9	48.5	108.4	21.3	164.5	14

## Визуализация сети

```
from keras.utils.vis_utils import plot_model
plot_model(model, show_shapes=True, show_layer_names=True)
```

## Обучение сети

```
history = model.fit(X_train_features, Y_train_features,
epochs=800) #model.fit(X_train_features, Y_train_features,
validation_split=0.2, epochs=800)
```

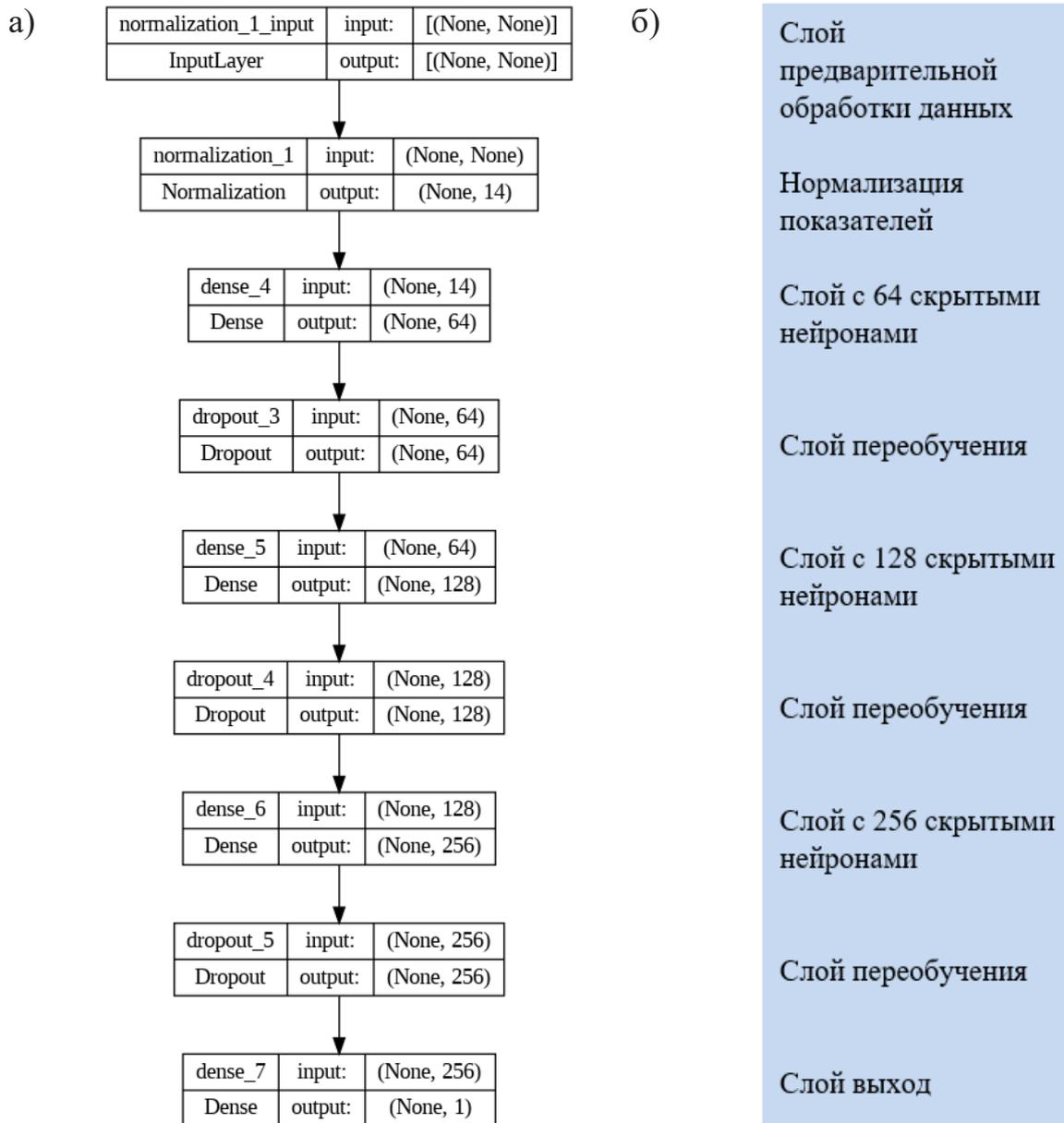


Рисунок 3.17 – Визуализация сети

а) Изображение, сформированное Python 3.10

б) описание слоев

Ошибка в процессе обучения

```
loss = history.history['loss']
epochs = range(len(loss))
plt.figure()
plt.plot(epochs, loss, 'b', label='Training loss')
plt.legend()
plt.show()
```

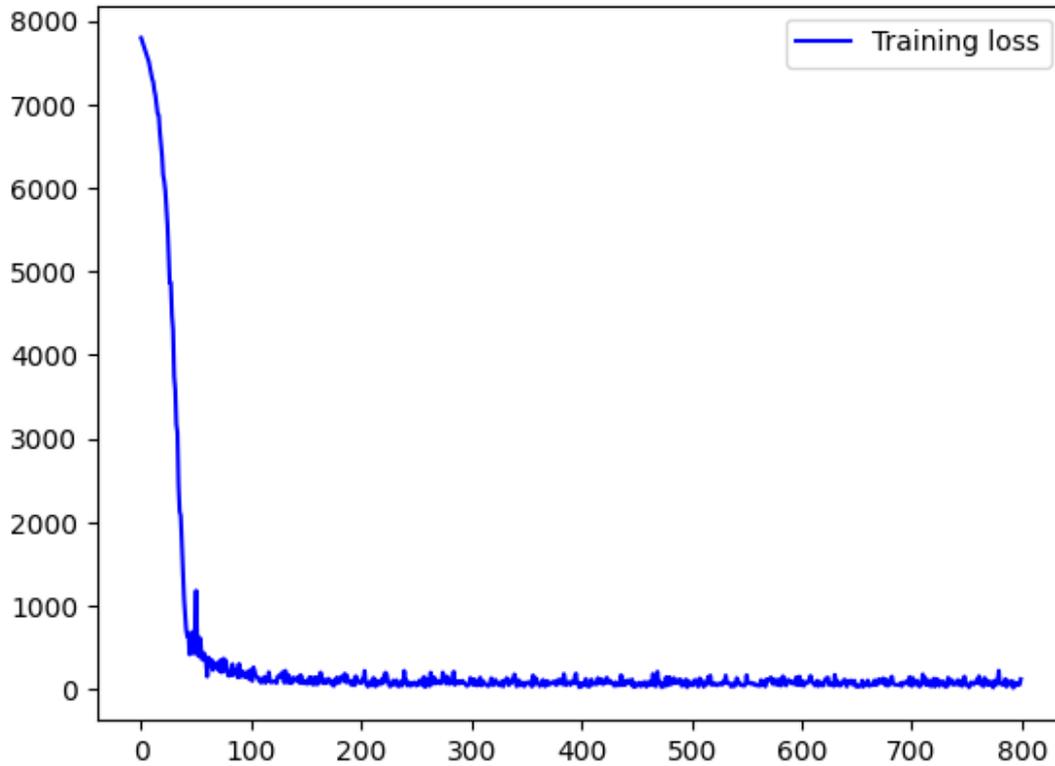


Рисунок 3.18 – Ошибка в процессе обучения. Изображение сформировано Python 3.10

Оценка корреляции предсказанных моделью и наблюдаемых данных

```
from sklearn.metrics import r2_score
#Y_predict = model.predict(X_train)
#r2_score(Y_train, Y_predict)
Y_predict = model.predict(X)
r2_score(Y, Y_predict)
```

```
1/1 [=====] - 1s 514ms/step
0.9975792487299512
```

```

out = Y.copy()
out['Pred'] = Y_predict
out['rezidal'] = out['x88'] - out['Pred']
out['rm'] = out['rezidal']/out['x88']*100

```

```
out
```

Таблица 3.12 – Результаты прогнозирования показателей аварийности.

Таблица сформирована Python 3.10

	<b>x88</b>	<b>Pred</b>	<b>rezidal</b>	<b>rm</b>
<b>Region</b>				
<b>Владимирская область</b>	71	68.231750	2.768250	3.898943
<b>Воронежская область</b>	63	58.682552	4.317448	6.853092
<b>Курская область</b>	51	49.355278	1.644722	3.224945
<b>Липецкая область</b>	19	19.637945	-0.637945	-3.357606
<b>Рязанская область</b>	65	61.858101	3.141899	4.833691
<b>Тульская область</b>	45	43.233017	1.766983	3.926629
<b>Ярославская область</b>	45	42.229286	2.770714	6.157142
<b>Вологодская область</b>	37	35.377197	1.622803	4.385953
<b>Республика Татарстан (Татарстан)</b>	144	137.591202	6.408798	4.450554
<b>Пермский край</b>	84	81.565254	2.434746	2.898507
<b>Нижегородская область</b>	165	150.716537	14.283463	8.656644
<b>Оренбургская область</b>	55	52.743156	2.256844	4.103352
<b>Пензенская область</b>	36	35.127319	0.872681	2.424113
<b>Саратовская область</b>	93	88.344978	4.655022	5.005400
<b>Алтайский край</b>	86	82.872452	3.127548	3.636684
<b>Красноярский край</b>	127	123.514679	3.485321	2.744347
<b>Иркутская область</b>	132	127.682396	4.317604	3.270912
<b>Кемеровская область</b>	97	92.605553	4.394447	4.530358
<b>Омская область</b>	92	89.414543	2.585457	2.810279

```
Y_predict_test = model.predict(X_test)
r2_score(Y_test, Y_predict_test)
```

```
1/1 [=====] - 0s 23ms/step
0.8169691084266861
```

На этапе построения модели, опытным путем установлено оптимальное количество эпох – 800 (Приложение Д). При меньшем количестве эпох обучение остановится еще до того, как модель сойдется, при большем количестве эпох произойдет переобучение. В случае обучения нейронной сети всеми обучающими данными за 800 циклов нейронная сеть получает одни и те же данные 800 раз. Во время обучения потери будут уменьшаться, а точность (показатели МАР и МАЕ) увеличиваться по мере увеличения количества эпох.

Пример процесса и результат прогнозирования показателей аварийности с участием водителей возрасте 30 – 40 лет представлен в Приложении Д.

Результат прогнозирования показал величину абсолютной погрешности в пределах 3 – 14 ДТП (2,26 – 7,48 %) в зависимости от значения исходных данных.

### **3.6. Методика подготовки водителей с учётом параметров подготовленности**

Опыт проведения научно-исследовательских работ по подготовке водителей к безопасному дорожному движению (Приложение А) показал, что в зависимости от категории целевой группы водителей интересуют только определенные вопросы и темы. Именно это было решено взять за основу оценки знаний водителей о безопасности дорожного движения в виде тестирования.

Для проведения аудита знаний водителей о ПДД и БДД разработаны методики, которые предусматривают деление водителей по возрасту, стажу управления транспортным средством, целевой группе, категории управляемого транспортного средства (Приложение Е). Каждый водитель

показывает свои знания по темам, связанным с нормативно-правовым регулированием дорожного движения, в частности, вопросы, касающиеся ответственности за нарушения в области БДД, а также темы, учитывающие психофизиологию поведения, и непосредственно правила дорожного движения исходя из параметров подготовленности (рисунок 3.19).



Рисунок 3.19 – Общая схема методики подготовки водителей с учётом параметров подготовленности

Подготовка водителей должна осуществляться при лишении прав управления ТС в установленных законом случаях (управление ТС и передача управления ТС водителю в состоянии алкогольного опьянения, отказ от медосвидетельствования, нарушение скоростного режима, выезд на встречную полосу, эксплуатация ТС при отсутствии регистрационных знаков, неправильное обращение со световыми приборами, предусмотренными конструкцией ТС, нарушение правил перевозки крупногабаритных грузов, а также при повторном нарушении какого либо пункта ПДД).

Все вопросы, содержащиеся в тестах, для каждой целевой группы водителей условно сгруппированы по темам. Придерживаясь международной классификации оценивания знаний и принятой в РФ оценки качества знаний установлены пороговые значения в процентном соотношении [164].

По результатам тестирования знания условно разделены:

- неудовлетворительные – количество правильных ответов менее 20%;
- достаточные – количество правильных ответов 21 – 65;
- хорошие – количество правильных ответов 65 – 99%;
- отличные – количество правильных ответов 100%;

Разработанная система оценок знаний водителей ПДД и безопасного движения использована для водителей механических и немеханических транспортных средств, а также для тех, кто является водителем средств индивидуальной мобильности – СИМ (сегвей, самокат, моноколесо, скейтборд, гироскутер, электроскутер и т.д.) [170, 172 – 179].

Чем выше устанавливается пороговое значение показателя, тем компетентнее водитель, тем потенциально выше влияние знаний на снижение вероятности совершения им дорожно-транспортного происшествия. Алгоритм оценки подготовки водителей учитывает показатели подготовленности для разных целевых групп и предпочитаемых транспортных средств (рисунок 3.20).

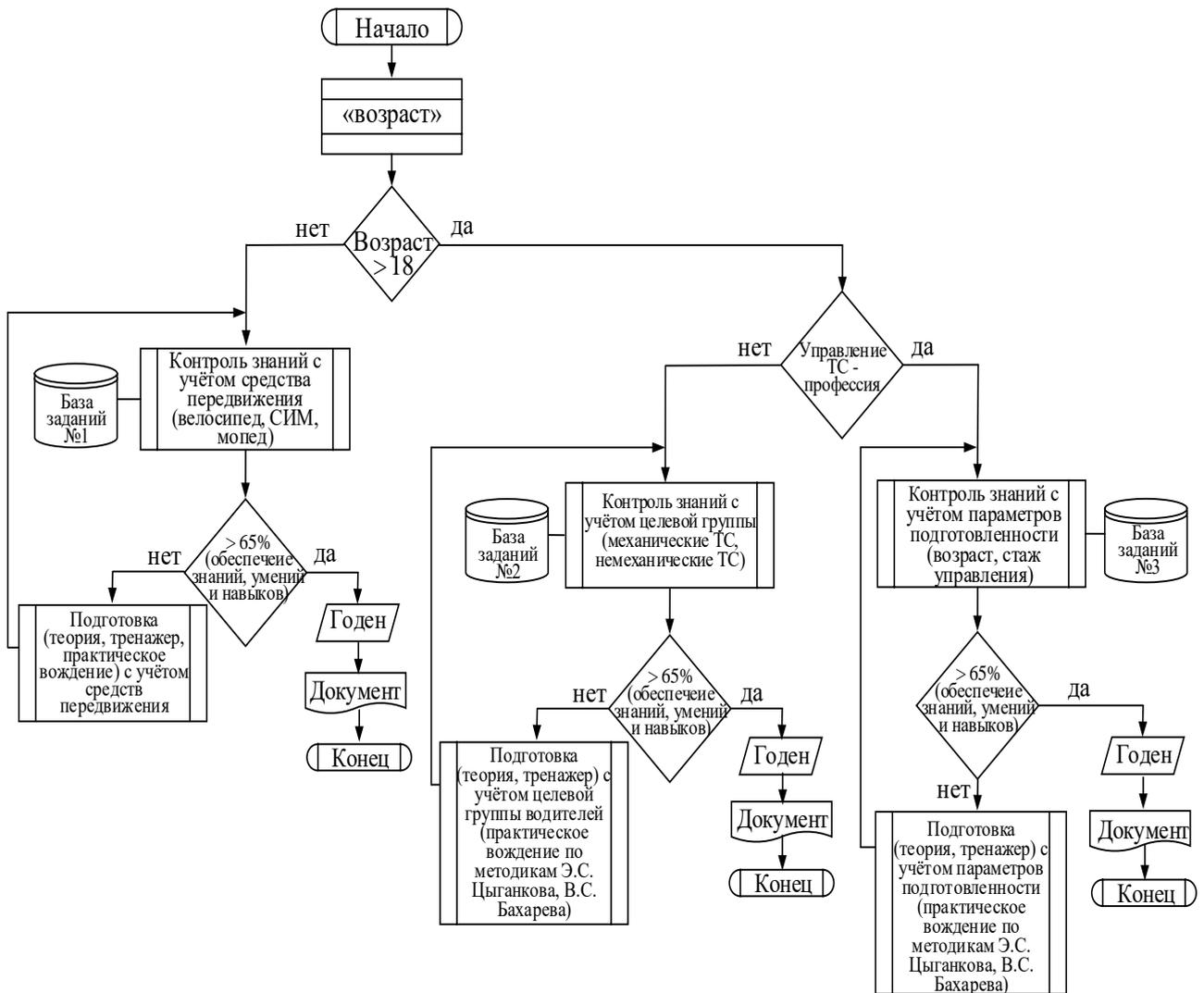


Рисунок 3.20 – Алгоритм подготовки водителей, разработано автором

Для оценки уровня знаний водителей ПДД и безопасного дорожного движения проводится входной контроль знаний посредством тестирования по заранее сгруппированным темам.

Для ввода данных, базирующихся на математическом аппарате нечеткой логики, использовано профессиональное программное обеспечение FisPro (FuzzyInferenceSystemProfessional) [165]. FisPro обладает широкими возможностями для создания и работы систем нечеткого ввода, включая возможности автоматического обучения систем и создания баз нечетких правил, является свободно распространяемым программным продуктом. В программу закладываются термы и тип функции принадлежности переменных. Для лингвистической переменной задаются термы (низкая,

средняя, высокая и т.д.) в зависимости от отклонения измеряемой величины от нормативного значения. Для создания базы правил формулируются предложения в форме «Если – То», куда бы входила введенная переменная  $X$ .

После создания базы правил проводится оценка уровня знаний водителей ПДД и безопасного движения, которая осуществляется на этапе логического вывода. Выходной переменной является «Уровень знаний».

Если у конкретного водителя уровень знаний  $n < 65\%$ , то данные поступают в общую базу и осуществляется повторная подготовка. После подготовки участник вновь проходит итоговый контроль. Если уровень знаний более 65%, то данные о его уровне знаний также поступают в базу и выдается соответствующий документ в зависимости от п. 3 рисунок 3.19 (удостоверение о повышении квалификации, диплом, справка и т.д.).

Тестирование с учётом параметров подготовленности водителей и целевой группы предполагает алгоритм, учитывающий управление автомобилем в зависимости от трудовой деятельности или иной цели (рисунок 3.20). При этом также учитывается возраст, стаж водителя и другие факторы, характеризующие водителя. Практическая подготовка водителей управляющих транспортными средствами как в профессиональных, так и в личных целях осуществляется по методикам контраварийного вождения, разработанным Э.С Цыганковым [200], защитному вождению В.С. Бахаревым.

Разработан компетентностный профиль модели обеспечения БДД (рисунок 3.21), заключающийся в подготовке водителей на протяжении всей жизнедеятельности с учётом целевой группы водителей, социального положения, возраста, стажа управления транспортным средством и др. Выделены уровни подготовки – базовый, репродуктивный, продуктивный, продуктивно-профессиональный, профессиональный. Формы контроля на каждом уровне подготовки позволяют оценить компетентность водителей целевых групп.



### Выводы по разделу 3

1. Проведенный анализ математических моделей и методов оценки состояния безопасности дорожного движения основанные на поведении водителя и позволяющие прогнозировать аварийность позволил определить отсутствие моделей, учитывающих региональные особенности.

2. Предложена математическая модель определения вероятностей событий в городской среде по относительной частоте их наступления на основе баз статистических данных по причине нарушения ПДД водителями разных целевых групп. На примере Пензенской области определена вероятность возникновения ДТП в городской среде с участием механических транспортных средств – 0,71, вероятность возникновения ДТП по причинам нарушения правил дорожного движения водителями механических и немеханических транспортных средств возникших в городской среде – 0,73, вероятность возникновения ДТП в городской среде по вине водителей в возрасте от 30 до 40 лет – 0,2, при этом с участием водителей легковых автомобилей 0,15. Полученные значения свидетельствуют о том, что 20% ДТП возникают в городской среде по вине водителей возрастом от 30 до 40 лет, при этом 15% ДТП с участием легковых автомобилей.

3. Проведено ранжирование регионов РФ по разработанной методике, учитывающей параметры подготовленности водителей и социально-экономические показатели внешней среды. Предложен алгоритм комплексной оценки и межрегиональных сопоставлений показателей состояния БДД и программный алгоритм классификации регионов. Сформированы 11 кластеров и соответствующие им обобщённые качественные характеристики регионов РФ на основании восьми независимых между собой параметров характеризующих социально-экономическое состояние регионов РФ и показателей аварийности в регионах РФ, что позволит оптимизировать и актуализировать мероприятия направленные на повышение безопасности дорожного движения в конкретном регионе РФ.

4. Группировка по параметрам подготовленности водителей на основе разработанного метода оценки безопасности дорожного движения позволила определить виды зависимостей показателя виновности от параметров подготовленности. Приведена система математических зависимостей и их интерпретация, основанная на экспериментальных исследованиях и описывающих влияние параметров подготовленности водителей и их показателей на безопасность дорожного движения. Определены 22 показателя, которые образуют 4 индекса характеризующие подготовленность как качество водителей в предотвращении ДТП. Вес каждого составляющего параметра подготовленности позволил определить наибольшее влияние на БДД.

5. Разработан и предложен программный алгоритм прогнозирования ДТП с учётом показателей подготовленности водителей, выполняющий их выбор из базы данных показателей аварийности с участием водителей различных целевых групп. Результат прогнозирования показал величину абсолютной погрешности в пределах 3 – 14 ДТП (2,26 – 7,48 %) в зависимости от значения исходных данных, что свидетельствует о работоспособности разработанного метода прогнозирования аварийности.

6. Разработана методика аудита знаний водителей ПДД и безопасного движения, предусматривающая деление водителей по возрасту, стажу управления, целевой группе. Предложен алгоритм подготовки водителей разных целевых групп и компетентностный профиль модели обеспечения БДД, заключающийся в подготовке и повышении квалификации водителей на протяжении всей жизнедеятельности с учётом целевой группы водителей, социального положения, возраста и др.

## **РАЗДЕЛ 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ С УЧЁТОМ ПАРАМЕТРОВ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ**

В разделе представлены результаты экспериментальных исследований определения уровня знаний и навыков водителей различного возраста, стажа управления; прогнозирования показателей аварийности. Результаты исследований, представленные в данном разделе опубликованы в работах автора [40, 42, 133, 152, 171 – 175, 177 – 179, 186, 208]. Личное участие соискателя заключается в математической обработке показателей и интерпретации полученных результатов исследования. Доля авторского вклада составляет от 80 до 95 %.

### **4.1. Определение уровня знаний и навыков водителей старше 18 лет**

Относительные показатели аварийности и полученные весовые значения каждой составляющей при описании безопасности дорожного движения позволяют провести экспериментальные исследования соответствующих групп водителей.

Экспериментальные исследования заключаются в определении уровня знаний и навыков водителей «до» и «после» подготовки по разработанным методикам и проводились с целью практической апробации теоретической методики.

Анализ статистических данных аварийности и тяжести последствий ДТП с участием водителей со стажем управления до 2-х лет подчеркивает важность исследования подготовки водителей, как мужчин, так и женщин [5, 14].

На основании теоретического анализа и практических занятий составлена таблица необходимых минимальных знаний и умений водителей [133] (рисунок 4.1).

Разработана таблица, в которую заложены типичные ошибки, совершаемые водителями при проведении эксперимента. В ходе эксперимента фиксируется время, затраченное на выполнение определенного этапа и количество подходов для полного выполнения задания, т.к. после совершения ошибки (нарушение правил дорожного движения) программа останавливается [133]. Все типичные ошибки разделены на три категории: грубые, средние, мелкие [172 – 174] (таблица 4.1).

К грубым ошибкам отнесены ошибки, которые влекут нарушения ПДД, способствующие совершению ДТП, за которые предусматривается лишение прав. К средним ошибкам отнесены нарушения, за которые предусматривается штраф в крупном размере. К мелким ошибкам отнесены нарушения, за которые предусмотрен штраф до 1000 рублей.

Исследования первого этапа проводятся в лабораторных условиях и включает в себя:

- подготовку экспериментального оборудования;
- математическое планирование эксперимента и его реализацию;
- выбор параметров исследования;

Второй этап экспериментальных исследований проводится в условиях площадки и включает в себя:

- техническую реализацию метода путем создания условий эксперимента для определения навыков управления транспортным средством [152];
- сбор статистических данных для определения лучших (идеальных) значений различных параметров, фиксируемых при эксперименте;
- уточнение комплекса исследуемых параметров;
- разработка мероприятий по улучшению результатов среди водителей [133].

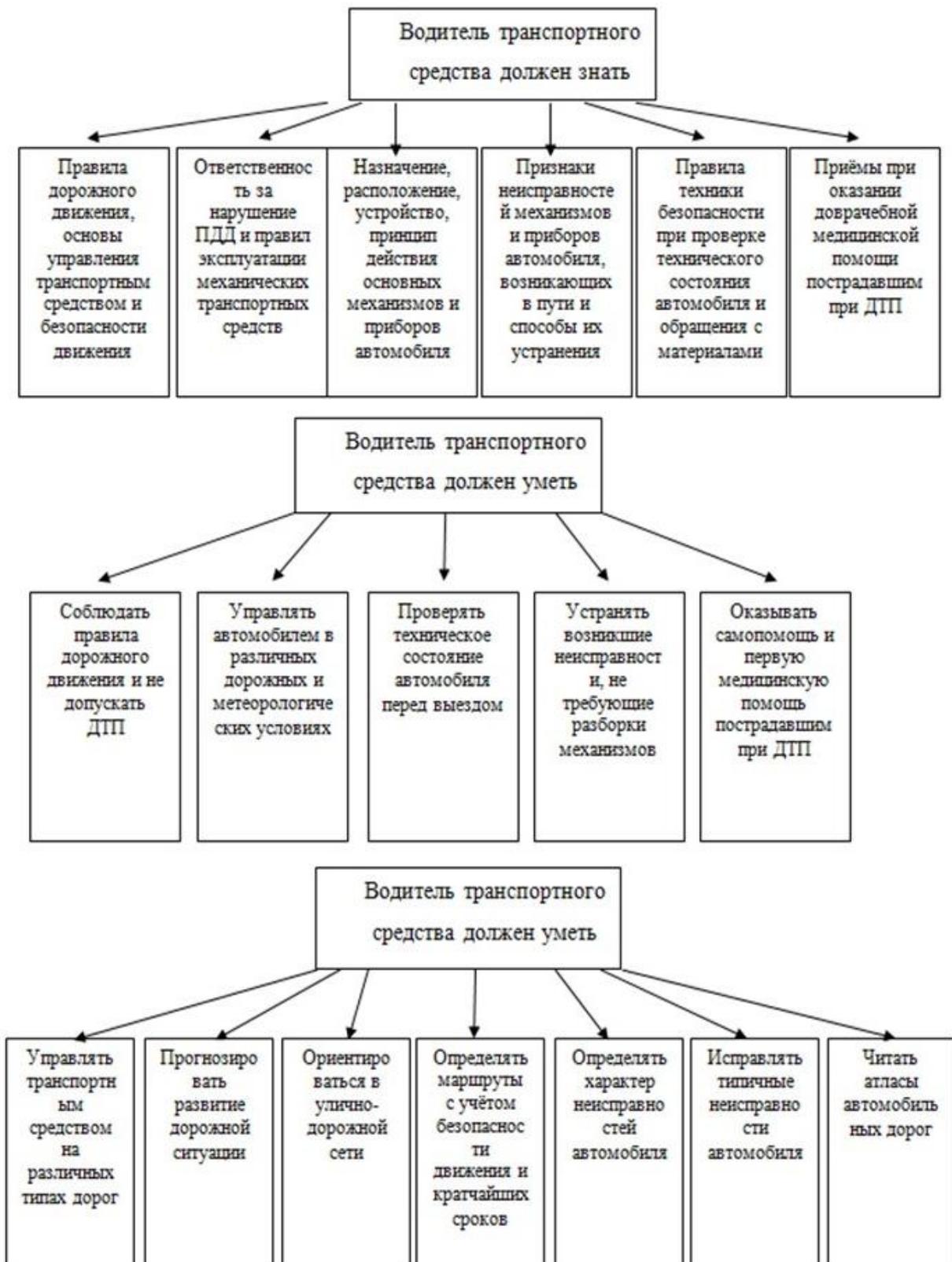


Рисунок 4.1 – Минимальные требования к водителям транспортных средств, составлено автором [133]

Таблица 4.1 – Типичные ошибки, совершаемые водителями на тренажёре

Типичные ошибки	Время	Кол-во
1	2	3
<b>А. Грубые</b>		
1.1. Не уступил дорогу (создал помеху) ТС, имеющим преимущество		
1.2. Не уступил дорогу (создал помеху) пешеходам, имеющим преимущество		
1.3. Выехал на дорогу встречного		
1.4. Проехал на запрещающий сигнал светофора или регулировщика		
1.5. Не выполнил требования знаков приоритета, запрещающих и предписывающих знаков, дорожной разметки 1.1, 1.3		
1.6. Пересек стоп-линию (разметка 1.12) при остановке при наличии знака 2.5 или при запрещающем знаке светофора (регулировщика)		
1.7. Нарушил правила выполнения обгона		
1.8. Нарушил правила выполнения поворота		
1.9. Нарушил правила выполнения разворота		
1.10. Нарушил правила движения задним ходом		
1.11. Нарушил правила проезда железнодорожных переездов		
1.12. Превысил установленную скорость движения		
1.13. Не принял возможных мер к снижению скорости вплоть до остановки ТС при возникновении опасности для движения		
1.14. Действие или бездействие кандидата в водители, вызвавшее необходимость вмешательства в процесс управления экзаменационным ТС с целью предотвращения возникновения ДТП		
<b>Б. Средние</b>		
2.1. Нарушил правила остановки		
2.2. Не подавал сигнала световым указателем поворота перед началом движения, перестроением, поворотом (разворотом) или остановкой		
2.3. Не выполнил требования информационно-указательных знаков, дорожной разметки (кроме разметки 1.1, 1.3, 1.12)		
2.4. Не использовал в установленных случаях аварийную световую сигнализацию или знак аварийной остановки		
2.5. Выехал на перекрёсток при образовавшемся заторе, создав помеху движению ТС в поперечном направлении		

1	2	3
В. Мелкие		
3.1. Не пристегнул ремни безопасности		
3.2. Несвоевременно подал сигнал поворота		
3.3. Нарушил правила расположения ТС на проезжей части		
3.4. Выбрал скорость движения без учёта дорожных и метеорологических условий		
3.5. Двигался без необходимости со слишком малой скоростью		
3.6. Резко затормозил при отсутствии необходимости предотвращения ДТП		
3.7. Нарушил правила пользования внешними световыми приборами и звуковым сигналом		
3.8. Допустил иные нарушения ПДД		
3.9. Неправильно оценил дорожную обстановку		
3.10. Не пользовался зеркалом заднего вида		
3.11. Неуверенно пользовался органами управления ТС, не обеспечивал плавного движения		
3.12. Допустил полную или частичную блокировку колес ТС при торможении		
Итого штрафных баллов		

Перед началом исследований проводятся занятия по теоретической подготовке водителей. Они заключаются в освоении курса лекций по Правилам дорожного движения, а также в получении важных в конкретной дорожной обстановке навыков управления автомобилем, необходимых для реализации данного эксперимента.

Экспериментальные исследования заключаются в обследовании выборки водителей на знание правил дорожного движения.

Объем выборки определялся по формуле [133]:

$$n = \frac{Z^2 p p^*}{\Delta^2} \quad (4.1)$$

где  $n$  – объем выборки,

$Z$  – коэффициент, зависящий от выбранного доверительного уровня,

$p$  – доля респондентов с наличием исследуемого признака,

$p^* = 1 - p$  – доля респондентов, у которых исследуемый признак отсутствует,

$\Delta$  – предельная ошибка выборки.

Весь период подготовки можно разделить на 2 части.

Первая часть – получение актуальных знаний Правил дорожного движения, действий и навыков по управлению транспортным средством в условиях профессиональной деятельности или маршруте передвижения.

Вторая часть – применение полученных знаний, умений и навыков на практике.

Тестирование водителей проведено на автотренажёре «ОТКВ-2». ОТКВ-2 разработан на базе ООО «Научно-производственное предприятие «Тренер» г. Ярославль. Данный тренажёр объединяет в себе функции компьютерного автомобильного тренажёра и аппарата, предназначенного для тестирования уровня развития профессиональных навыков у водителей, имеющих опыт управления автомобилем [175].

Существующая система подготовки водителей в автошколах и на автотранспортных предприятиях основывается на теоретическом изучении конструкции автотранспортного средства, правил дорожного движения и получении практических навыков езды на учебном транспортном средстве. К основным недостаткам такой системы подготовки относится то, что она не дает навыков действий обучаемому в нестандартных, аварийных и сложных дорожных условиях. Исходя из этого, водитель, попадая в сложные дорожные условия, как правило, теряется, действует неосмысленно, что приводит к возникновению ДТП и нередко к тяжелым последствиям для водителя и автотранспортного средства [133].

При правильно организованном процессе подготовки на тренажёре у водителей в результате систематических занятий уменьшается время реакции, число ошибочных действий, правильно организуется внимание, в особенности

при дефиците времени, повышается устойчивость против влияния помех, вследствие чего разгружается внимание.

Результаты объективной регистрации, полученные с помощью тренажёрной тренировки, дают возможность установить индивидуальные особенности каждого из водителей, их типичные ошибки в сложной дорожной обстановке и делать заключения об успешности проведённой тренировки.

На начальном этапе подготовки, когда навыки управления и знания ПДД не актуализированы результаты неоднородные. Промежуточные выводы:

- больше всего времени затрачивается на тест «полигон» – до 350 с. (почти 6 мин.);

- для выполнения теста «змейка» требуется больше попыток, но времени на 50 % меньше;

- тест «подъем» выполняется с 2 – 5 попыток и занимает в среднем 2,5 мин.

- мужчины в среднем проходят тесты за меньшее количество попыток, чем девушки;

- мужчины на выполнение заданий тратят до 30 % меньше времени, чем девушки.

Кроме этого, зная какие знания и способности показывают при теоретической подготовке (знание ПДД) и практической подготовке (автодром, площадка) можно подсчитать степень согласованности (достоверности) результатов, полученных в процессе тестирования на автотренажёре и предоставленных преподавателями, инструкторами.

Все полученные результаты, совмещенные по видам испытания показали, что для безошибочного выполнения задания «Полигон» женщинам требуется в среднем 71,2 с. (от 59,2 с. до 83,4 с.) несмотря на количество сделанных попыток. Для безошибочного выполнения теста «Змейка» девушкам требуется 51,5 с. (от 41,3 с. до 59,6 с.). Для безошибочного выполнения теста «Подъем» девушкам требуется 48,5 с. (от 35,4 с. до 77,8 с.). Все полученные результаты, показали, что для безошибочного выполнения

задания «Полигон» мужчинам требуется в среднем 64,5 с. (от 56,02 с. до 78,07 с.) несмотря на количество сделанных попыток. Для безошибочного выполнения теста «Змейка» мужчинам требуется 43,2 с. (от 36,5 с. до 48,3 с.). Для безошибочного выполнения теста «Подъем» мужчинам требуется 37,4 с. (от 32,3 с. до 44,6 с.).

Для определения достоверности полученных результатов условно оценим успешность выполнения тестов по пятибалльной шкале. Применив t-распределение Стьюдента, подтверждается гипотеза о согласованности оценок преподавателей и оценок при прохождении тестов [177].

Во второй части проводилось тестирование тех же водителей по тестам «Городок» и «Пешеход», в связи с тем, что актуальных знаний и навыков управления ТС сложных условиях улично-дорожной сети стало больше.

В соответствии с таблицей 4.3 выявлены наиболее часто совершаемые нарушения ПДД на тренажёре (рисунок 4.2 – 4.4).



Рисунок 4.2 – Сравнительный анализ «мелких» нарушений мужчин и женщин

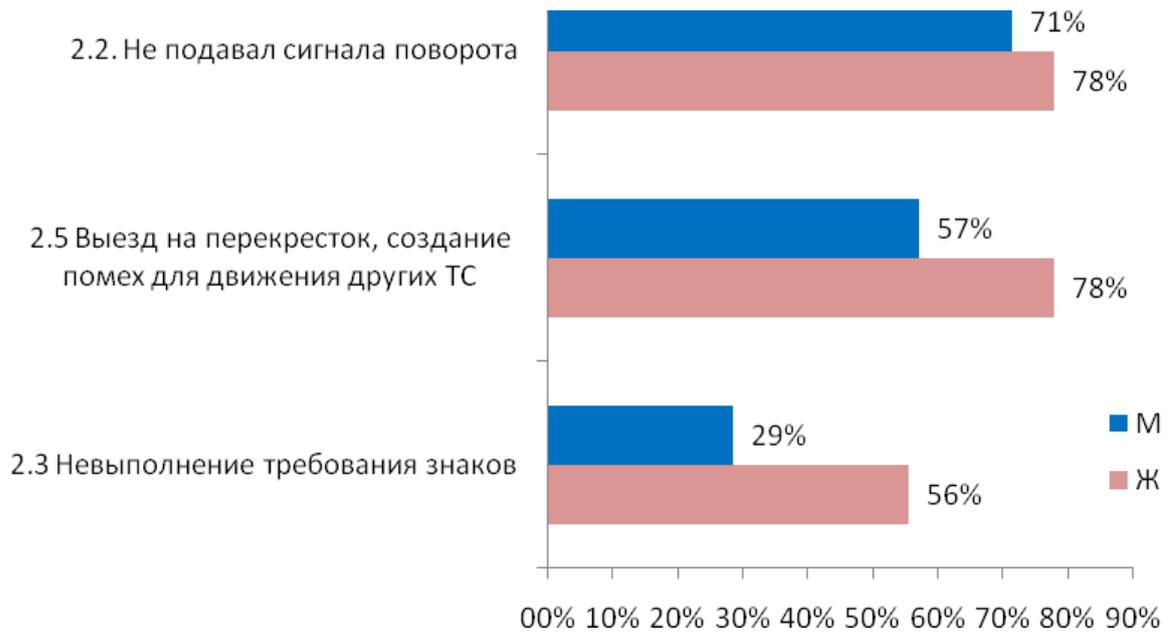


Рисунок 4.3 – Сравнительный анализ «средних» нарушений мужчин и женщин



Рисунок 4.4 – Сравнительный анализ «грубых» нарушений мужчин и женщин

Выбор программ тестирования «Город» и «Пешеход на трассе» обусловлен тем, что на начальном этапе отрабатываются самые необходимые навыки управления транспортным средством в городском цикле и на оживленных магистралях, в том числе перестроение в плотном потоке, круговое движение, соблюдение дистанции и оптимальной скорости, прогнозирование возможных аварийных ситуаций и своевременное реагирование на них.

«По результатам обработки проведенных экспериментов, в ходе которых регистрировались совершаемые нарушения ПДД или действия, способствующие совершению аварийной ситуации, определен оптимальный уровень знаний водителей» [42]. Уровень «неудовлетворительный» соответствует списку и количеству «грубых» нарушений, уровень «достаточный» соответствует списку и количеству «средних» нарушений. Более 50 % водителей обладали «неудовлетворительным» уровнем знаний и навыков.

Выявлены наиболее часто совершаемые нарушения ПДД водителями разных целевых групп [171]. Обработка данных методом Парето позволила определить основные нарушения и темы для проведения практической подготовки (рисунок 4.5).

В первую очередь были рассмотрены и изучены темы, по которым получено наибольшее количество нарушений по каждой целевой группе водителей (рисунок 19). Тестовая (для отработки знаний) и тренажёрная (для отработки умений и навыков) тренировки водителей разных целевых групп дают возможность установить индивидуальные особенности каждого из обучаемых, их типичные ошибки, отработать навыки управления конкретным транспортным средством в сложных дорожных условиях и делать заключение об успешности проведённой подготовки.

Эксперимент по исследованию изменения уровня знаний подтвердил выдвинутое предположение, что с течением длительного времени уровень знаний, умений и навыков водителей изменяется в худшую сторону, что

отрицательно влияет на уровень БДД.

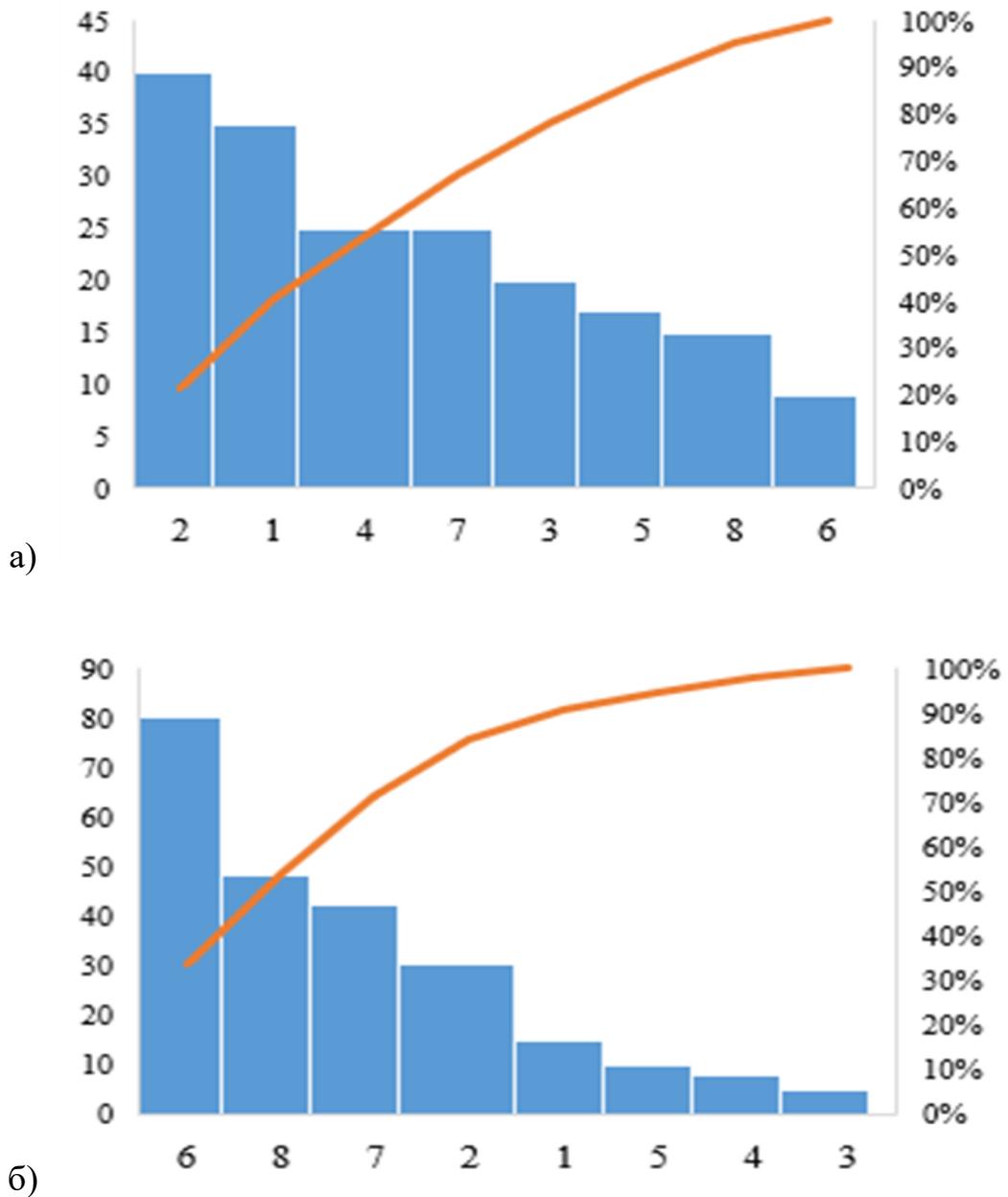


Рисунок 4.5 – Распределение нарушений ПДД водителями разных целевых групп

а) водителями механических ТС, б) водителями немеханических ТС

1 – нарушение скоростного режима, 2 – нарушение правил расположения ТС на проезжей части, 3 – выезд на полосу встречного движения, 4 – неправильный выбор дистанции, 5 – несоблюдение очередности проезда, 6 – непредоставление преимущества в движении пешеходу, 7 – несоблюдение бокового интервала, 8 – нарушение требований сигнала светофора

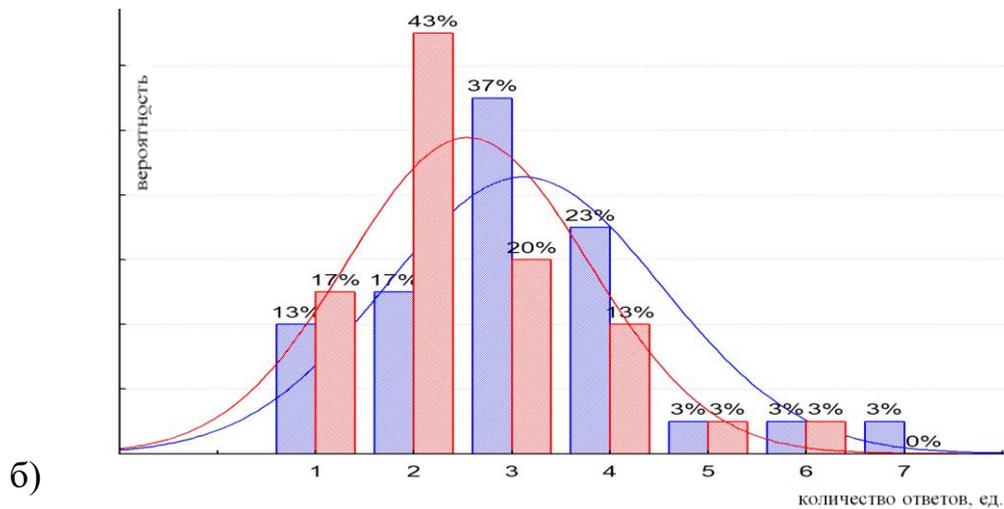
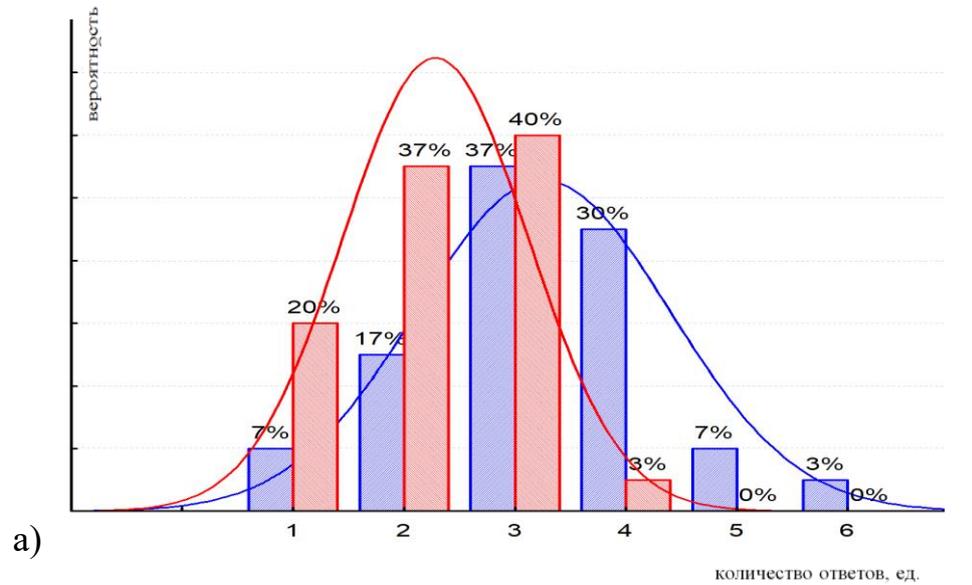


Рисунок 4.6– Сравнительный анализ результатов тестирования водителей

а) водители механических ТС; б) водители немеханических ТС

красная линия – входной контроль, синяя линия – итоговый контроль

Снижение уровня знаний достигало в ряде случаев 50%. Так, среди водителей немеханических транспортных средств снижение уровня знаний составило от 25 до 40%, среди водителей СИМ – от 30 до 50%, среди водителей механических ТС – от 10 до 30% (рисунок 4.6).

## 4.2. Определение уровня знаний и навыков водителей до 18 лет

Как отмечалось [112] подготовка к безопасному участию в дорожном движении должна осуществляться с как можно раннего возраста.

На основании теоретического анализа и практических занятий составлена таблица необходимых знаний и умений водителей до 18 лет для безопасного участия в дорожном движении (рисунок 4.7).

Стоит отметить, что к водителям до 18 лет разного возраста, как участникам дорожного движения, предъявляются неодинаковые требования. Так, водитель велосипеда младшего возраста (6 – 7 лет) должен знать безопасные места перехода проезжей части, а водитель мопеда или мотоцикла (16 – 17 лет) должен уверенно ориентироваться на улично-дорожной сети как самостоятельный участник дорожного движения.

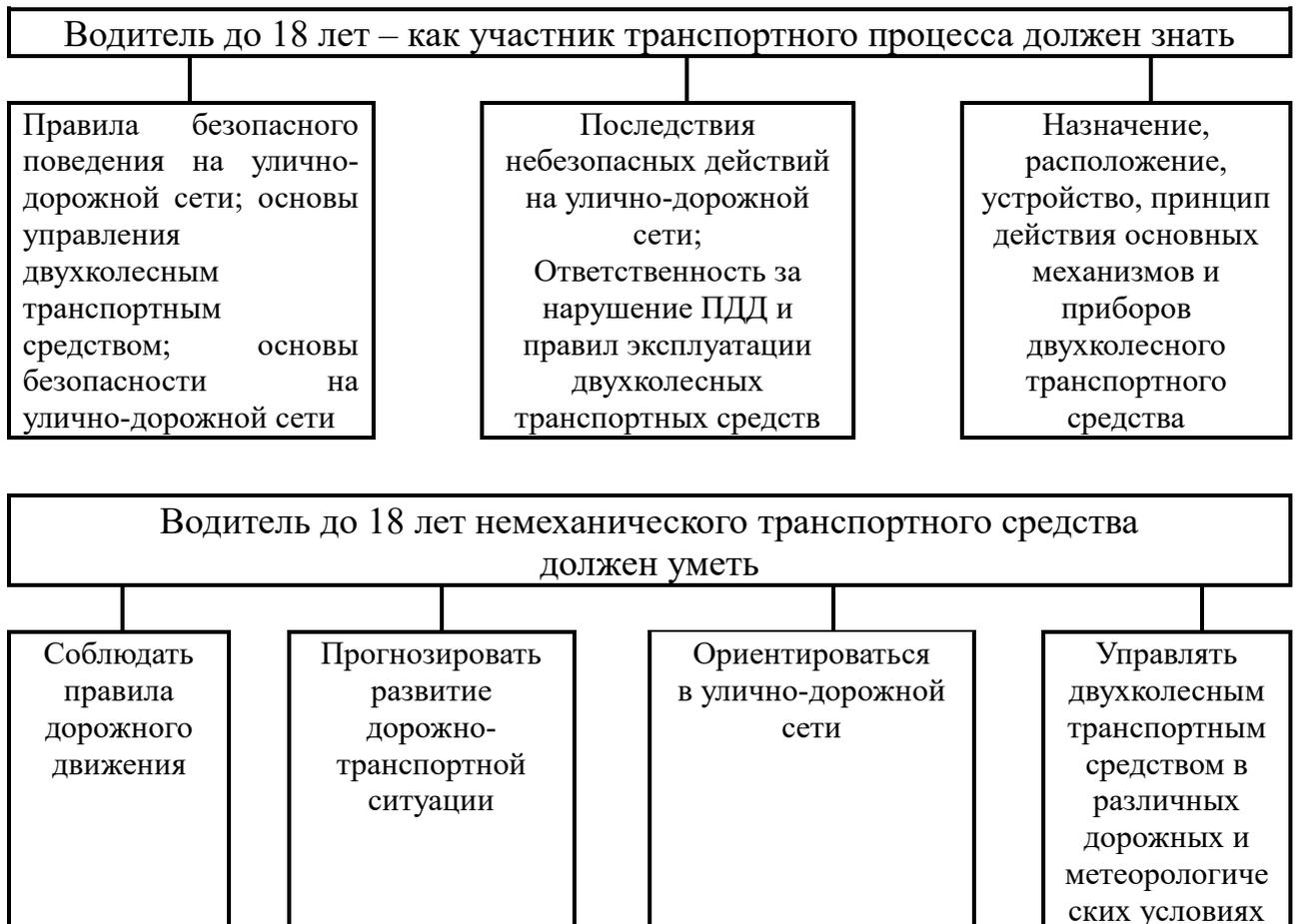


Рисунок 4.7 – Требования к водителям в возрасте младше 18 лет, составлено автором [40]

Для определения знаний Правил дорожного движения на улично-дорожной сети водителями до 18 лет были разработаны и составлены вопросы для каждой возрастной группы. Все вопросы сгруппированы в тесты. Количество вопросов в тестовых заданиях составляет от 10 до 15 штук [178, 179, 208].

Распределение водителей младше 18 лет, принимавших участие в эксперименте, по возрасту представлено на рисунке 4.8.

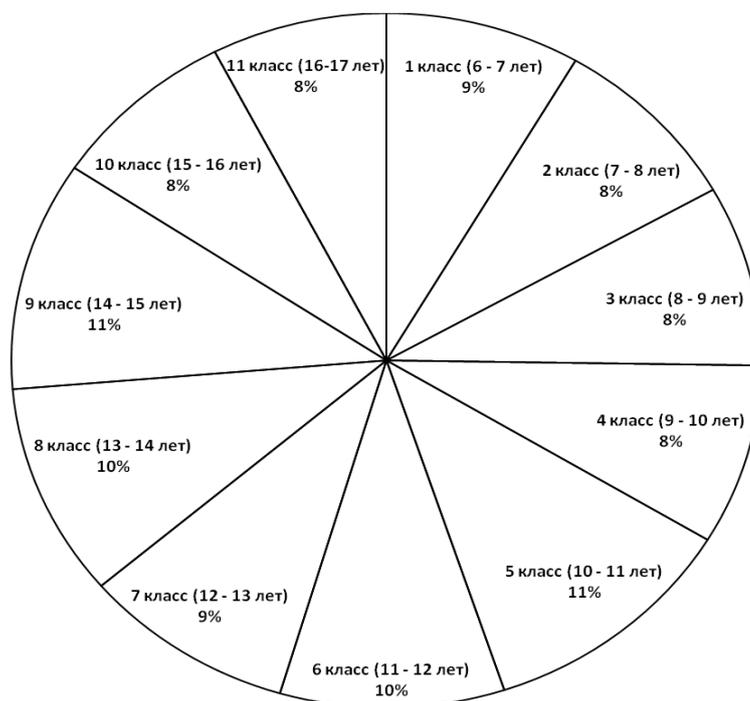


Рисунок 4.8 – Соотношение участвовавших в исследованиях водителей младше 18 лет

Все вопросы, содержащиеся в тестах для водителей 16 – 18 лет сгруппированы по темам:

– торможение автомобиля – 13 % от общего количества вопросов (общее понятие и определение величины);

– дорожная и пассивная безопасность – 13 % от общего количества вопросов (общие вопросы безопасности, снижение тяжести последствий ДТП в легковом транспортном средстве);

– оказание доврачебной помощи – 20 % от общего количества вопросов (действия при ранении конечностей, правила наложения жгута);

– управление автомобилем – 27 % от общего количества вопросов (правила изменения движения, остановки и стоянки, проезда пешеходных переходов);

– дорожные знаки – 7 % от общего количества вопросов (какие знаки используются при перевозке групп детей);

– правила движения пешехода – 20 % от общего количества вопросов (при отсутствии тротуаров, вне населенного пункта, при приближающемся транспортном средстве).

По результатам тестирования знания школьников условно разделили:

– неудовлетворительные – количество правильных ответов менее 20 %;

– достаточные – количество правильных ответов 21 – 64 %;

– хорошие – количество правильных ответов 65 – 99%;

– отличные – количество правильных ответов 100%;

Таблица 4.2 – Результаты тестирования водителей возрастом 16 – 18 лет

Уровень знаний водителей 16 – 18 лет.	% правильных ответов	Результаты тестирования, %	
		Мальчики	Девочки
неудовлетворительные	менее 20	-	-
достаточные	21-60	20	10
хорошие	61 – 99	36	34
отличные	100	-	-
	Итого	56	44

Никто из водителей до 18 лет не смог ответить правильно на все вопросы теста. Максимальное количество правильных ответов, как у мальчиков, так и у девочек составляет 93 %. Наименьшее количество правильных ответов у мальчиков 47 %, у девочек – 33 % [40].

Наибольшее затруднение вызвал вопрос касающийся общего понятий.

Но в вопросе определения длины остановочного пути при скорости движения 60 км/ч 92 % учеников (все мальчики и 82 % девочек) дали

правильный ответ, что можно объяснить их логическим мышлением и умением рассуждать.

Таблица 4.3 – Распределение правильных ответов по темам теста водителей  
возрастом 16 – 18 лет

Наименование темы	% правильных ответов	
	Мальчики	Девочки
остановочный путь	52	56
дорожная и пассивная безопасность	89	91
оказание доврачебной помощи	77	80
управление автомобилем	70	66
дорожные знаки	68	76
правила движения пешехода	61	73

Практически все ученики – 97 % знают средства обеспечения пассивной безопасности в автомобиле.

В основном вопросы не вызвали затруднений и результаты правильных ответов варьируются в пределах 54 – 97 % (рисунок 4.9 – 4.10).

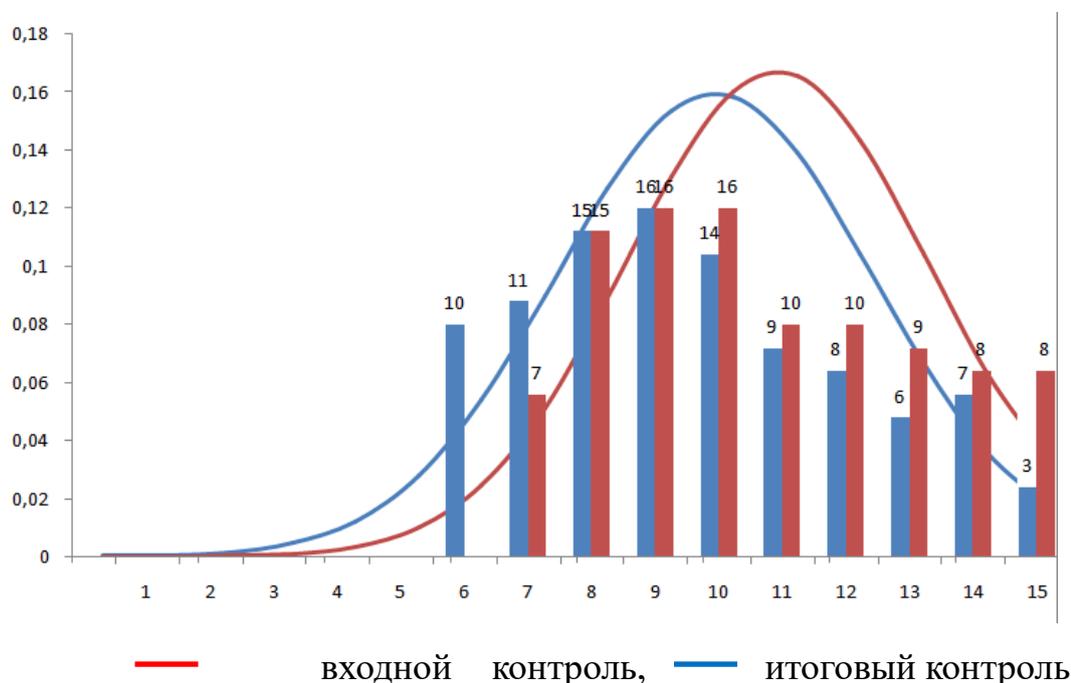


Рисунок 4.9 – Сравнительный анализ результатов тестирования водителей  
возрастом 15 – 16 лет

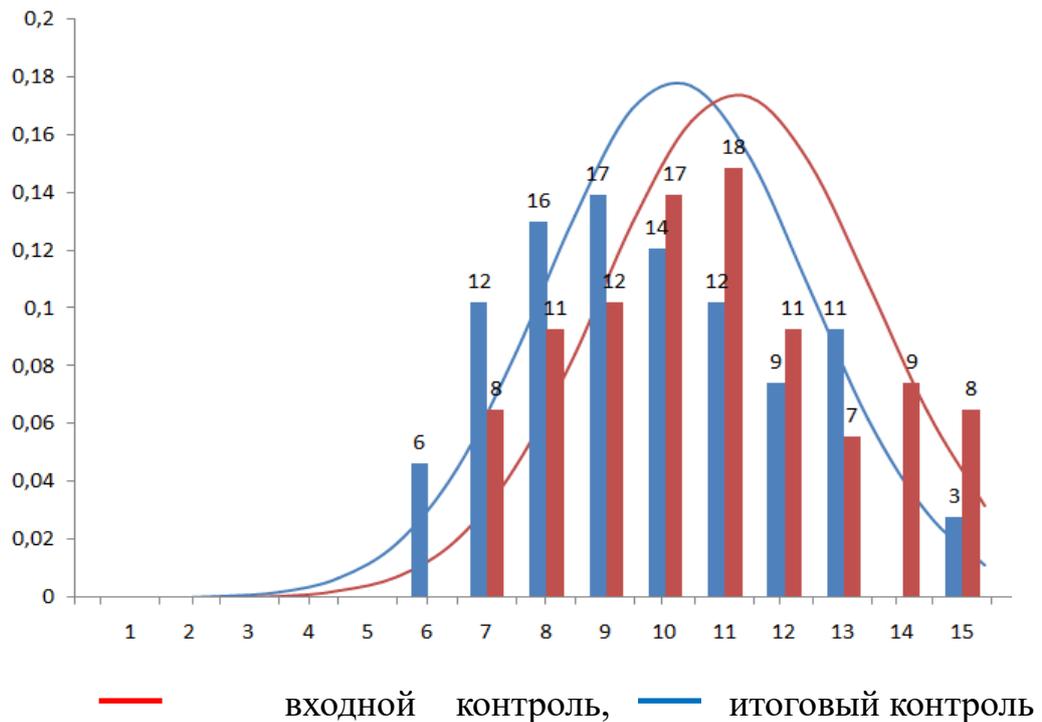


Рисунок 4.10 – Сравнительный анализ результатов тестирования водителей возрастом 16 – 17 лет

На втором этапе исследований были проведены занятия со школьниками по безопасному поведению на улично-дорожной сети. На данных занятиях в игровой форме и с помощью презентаций наглядно разъяснили Правила дорожного движения.

Результаты повторного тестирования водителей возрастом до 18 лет представлены на рисунке 4.9 – 4.10. Количество правильных ответов школьников по многим вопросам тестов увеличилось в 1,5 – 4 раза. Причем девочки в 80% вопросов знают лучше правила безопасного поведения на улично-дорожной сети, чем мальчики.

Наименьший прирост количества правильных ответов после обучающих занятий наблюдается у водителей 14 – 15 летнего возраста и составляет всего лишь 3,5 % (рисунок 4.11).

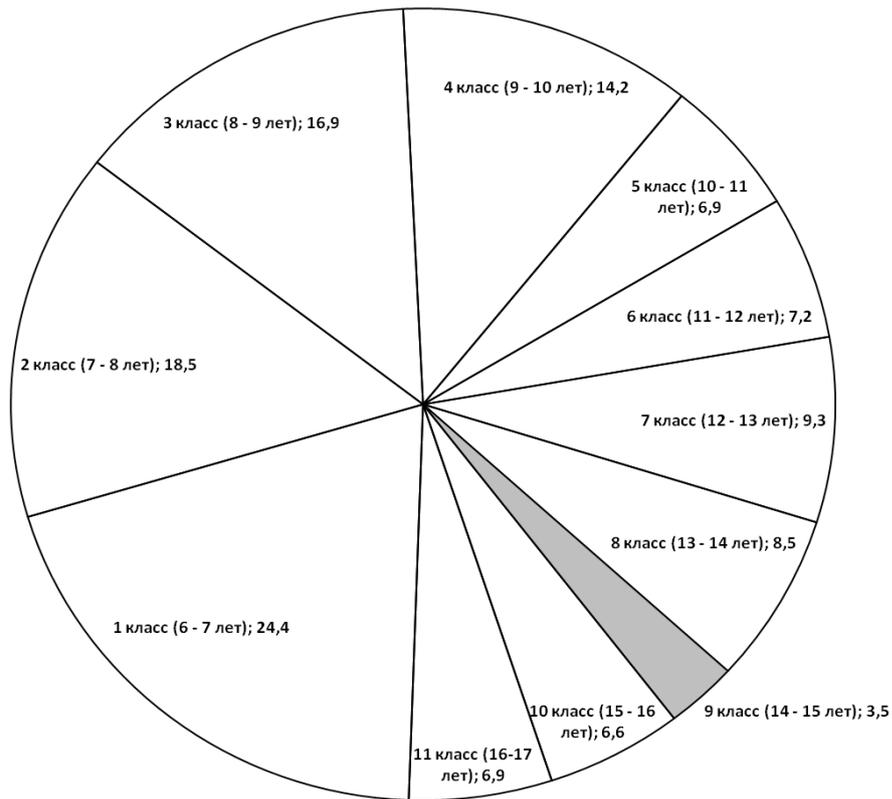


Рисунок 4.11 – Распределение увеличения правильных ответов водителей возрастом до 18 лет после обучающих занятий, %

В отдельно взятом периоде времени уровень знаний и навыков изменяется по линейной зависимости общего вида  $y = \pm ax \pm b$ , где  $a$ ,  $b$  – коэффициенты,  $x$  – переменная величина количества правильных ответов (выполненных заданий). За продолжительный период времени изменение уровня знаний происходит по кривой скользящей средней:

$$\begin{aligned}
 SMA_t &= \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} p_{t-i} = \frac{p_t + p_{t-1} + \dots + p_{t-i} + \dots + p_{t-n+2} + p_{t-n+1}}{n} \\
 &= SMA_{t-1} - \frac{p_{t-n}}{n} + \frac{p_t}{n}
 \end{aligned}
 \tag{4.2}$$

где  $SMA_t$  – значение простого скользящего среднего в точке  $t$ ;

$n$  – количество значений исходной функции для расчёта скользящего среднего;

$p_{t-i}$  – значение исходной функции в точке  $t-i$ .

$SMA_{t-1}$  – предыдущее значение простого скользящего среднего;

$p_{t-n}$  – значение исходной функции в точке  $t-n$  (в случае временного ряда, самое «раннее» значение исходной функции, используемое для вычисления предыдущей скользящей средней);

$p_t$  – значение исследуемой функции в точке  $t$  (в случае временного ряда, текущее – последнее значение).

Простое скользящее среднее для временного ряда с количеством периодов равным 9 – по возрасту (до 18 лет, от 18 до 21 года, от 21 до 25 лет, от 25 до 30 лет, от 30 до 40 лет, от 40 до 50 лет, от 50 до 60 лет, от 60 до 70 лет, старше 70 лет):

$$SMA_t = \frac{p_t + p_{t-1} + p_{t-2} + p_{t-3} + p_{t-4}}{n} = SMA_{t-1} - \frac{p_{t-5}}{9} + \frac{p_t}{9} \quad (4.3)$$

Эксперимент по исследованию изменения уровня знаний и навыков (рисунок 4.18) подтвердил выдвинутое предположение, что с течением длительного времени уровень ЗУН изменяется в худшую сторону, что отрицательно повлияет на состояние БДД.

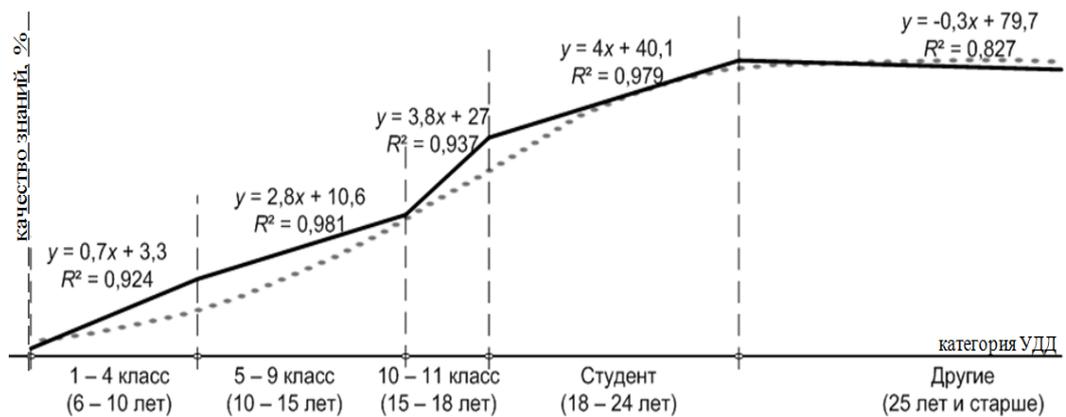


Рисунок 4.12 – Изменение знаний и навыков безопасного дорожного движения в течение времени водителями младше 18 лет и старше 18 лет

\_\_\_\_\_ – линейная зависимость, - - - - - – скользящая средняя



Данные о количестве погибших и пострадавших детей-водителей также используют для оценки степени тяжести последствий ДТП.

Информация о ДТП, сопутствующих ДТП условиях, участниках дорожного движения, транспортных средствах, об объектах улично-дорожной сети на месте ДТП, состоянии погоды, состоянии проезжей части, освещении и др. указывается значениями кодов.

В результате анализа структуры и содержания источников данных [209 – 214] были определены следующие факторы для прогнозирования ДТП (таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Кодификация показателей для прогнозирования ДТП

Показатель	Код	Тип
1	2	3
Категория улицы	1 – 10	uint8
Вид ДТП	0 – 9	uint8
Элементы плана и профиля дороги	1 – 6	uint8
Вид покрытия	1 – 7	uint8
Состояние проезжей части	0 – 10	uint8
Освещение	1 – 5	uint8
Состояние погоды	1 – 9	uint8
Расположение руля и тип привода	1 – 7	uint8
Тип шин ТС	0 – 9	uint8
Места наибольшего повреждения ТС	01 – 20	uint8
Наличие лицензии	1 – 4	uint8
Сведения о водительском удостоверении	1 – 4	uint8
Пол	1 – 3	uint8
Водительский стаж	от 00	uint8
Время за рулем	от 01	uint8
Субъект РФ и иные территории РФ	01 – 92, 99	uint8
Нарушения ПДД (причины), находящиеся в прямой причинно-следственной связи с механизмом возникновения ДТП водителями	01 – 68	uint8
Сопутствующие нарушения ПДД	26, 32 – 39, 41 – 46, 49 – 57, 59 – 63, 65, 81 – 83, 90, 91, 96	uint8
Кодификатор значений и видов автомобильных дорог	01 – 18	uint8
Кодификатор численности населения	0 – 12	uint8
Кодификатор объектов улично-дорожной сети на месте совершения ДТП	00 – 28, 99	uint8

1	2	3
Кодификатор объектов, находящихся в непосредственной близости или в зоне прямой видимости от места совершения ДТП, в т.ч. оказывающие влияние на движение транспорта или пешеходов	00 – 41, 99	uint8
Кодификатор видов разделительной полосы	0 – 5	uint8
Факторы, оказывающие влияние на режим движения	0 – 15	uint8
Кодификатор типов транспортных средств	01 – 99	uint8
Кодификатор видов технических неисправностей транспортных средств	00 – 20, 99	uint8
Кодификатор видов дополнительного оборудования (оснащения) транспортных средств	0 – 9	uint8
Кодификатор видов характеристик осуществляемых перевозок транспортным средством	1 – 21, 99	uint8
Кодификатор форм собственности, организационно-правовых форм и принадлежности транспортных средств	00 – 12	uint8
Организационно-правовые формы	00 – 07	uint8
Кодификатор министерств и ведомств РФ	01 – 99	uint8
Кодификатор социальных характеристик участников ДТП	00 – 52, 99	uint8
Кодификатор образовательного уровня участников ДТП	0 – 8	uint8
Кодификатор видов семейного положения участников ДТП (совершеннолетних и несовершеннолетних)	0 – 9	uint8

Примечание:

uint8 – беззнаковый целый, 8 бит (от 0 до 255);

Для анализа уровня безопасности дорожного движения на основании разработанного алгоритма (гл. 3) следует использовать различные варианты значений весовых коэффициентов (таблица 4.6). Например:

– вариант 1 – если требуется сравнить ДТП по количеству погибших в ДТП водителей СИМ, то следует выбрать первый вариант значений коэффициентов;

– вариант 2 – если требуется сравнить ДТП по количеству раненых водителей до 16 лет, то – второй;

– вариант 3 – если – без учёта погибших и раненых, то – третий;

– вариант 4 – если требуется сравнить ДТП по количеству погибших и раненых по целевой группе водителей, то – четвёртый (при этом пользователь может задать равные предпочтения частных показателей при  $k_1=k_2=0,5$  или разные, например,  $k_1=0,7$ ;  $k_2=0,3$ ;

– вариант 5 – если требуется сравнить ДТП с учётом трёх единичных показателей (количество погибших и раненых в целом по вине водителей), то – пятый (при этом пользователь должен задать предпочтения для частных показателей, например,  $k_1=0,1$ ;  $k_2=0,2$ ;  $k_3=0,7$  (таблица 4.6, 4.7).

Таблица 4.6 – Варианты назначения весовых коэффициентов для ДТП по вине водителей. Пример

№ варианта	Частные показатели, учитываемые в составе $Z$	$k_1$	$k_2$	$k_3$
1	Количество погибших водителей СИМ	1	0	0
2	Количество раненых водителей возраст до 18 лет	0	1	0
3	Количество ДТП без погибших и раненых	0	0	1
4	Количество погибших и раненых по целевой группе водителей	$>0$	$>0$	0
5	Количество ДТП, количество погибших и раненых по вине водителей	$>0$	$>0$	$>0$

Комплексный показатель, вычисленный при разных значениях весовых коэффициентов частных показателей, позволяет определить значимость

конкретного вида дорожно-транспортного происшествия с определенными показателями в общей массе ДТП.

В процессе определения уровня БДД Пензенского региона используются коэффициенты предпочтения, которые задаются на этапе анализа частных показателей в зависимости от цели анализа.

Таблица 4.7 – Пример. Форма данных о ДТП на территории Пензенской области

Номер ДТП	ДТП (координаты)		Показатели:			
			Абсолютные (единичные, частные) показатели ДТП			Относительные (комплексные) показатели ДТП
	широта	долгота	Кол-во погибших	Кол-во раненых	Кол-во ДТП без пострада- вших	обобщённый ( $k_1=0,7$ ; $k_2=0,2$ ; $k_3=0,1$ )
2	53,104125	46,849737	4	75	0	0,9
1	53,239400	45,395800	4	66	2	0,811538
3	53,088328	46,576345	3	62	4	0,1

С помощью сортировки возможно выделить значимые показатели по совокупности показателей аварийности с учётом их степени важности с точки зрения цели исследователя (таблица 4.8). Например, по количеству погибших  $k_1=0,1$ , по количеству раненых  $k_2=0,2$ , по количеству ДТП  $k_3=0,7$ .

Таблица 4.8 – Пример определения уровня БДД на участке УДС г. Пензы при разных значениях коэффициентов предпочтения

Коэффициент предпочтения		№ участка				Нормированные показатели			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Вариант № 5									
Погибло	$k_1 = 0,1$	5	1	0	0	0,1	0,02	0	0
Ранено	$k_2 = 0,2$	3	0	2	1	0,2	0	0,13	0,06
ДТП	$k_3 = 0,7$	6	4	10	5	0,23	0	0,7	0,11
<i>Итоговый <math>Z_i</math></i>						<b>0,53</b>	<b>0,02</b>	<b>0,83</b>	<b>0,17</b>
Вариант №1									
Погибло	$k_1 = 1$	5	1	0	0	1	0,2	0	0
Ранено	$k_2 = 0$	3	0	2	1	0	0	0	0
ДТП	$k_3 = 0$	6	4	10	5	0	0	0	0
<i>Итоговый <math>Z_i</math></i>						<b>1</b>	<b>0,2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Экспериментальные исследования по прогнозированию показателей ДТП проводились в рамках апробации модуля прогнозирования ДТП на основе всего набора данных о ДТП, имеющегося на момент апробации (Приложение А). Апробация проводилась по стандартной методологии кросс-валидации (многократное разделение набора данных случайным образом на обучающую и валидационную части с расчетом F1-меры на валидационной части выборки и усреднением полученных результатов).

Задачи модуля прогнозирования ДТП заключаются в обучении статистических моделей прогнозирования на основе данных по ДТП; генерации прогнозов по ДТП и рекомендаций по их предотвращению; удобной визуализации статистики по ДТП в виде графиков; сериализация обученных моделей прогнозирования ДТП для обеспечения возможности последующего их переноса и использования в современных статистических фреймворках (например, scikit-learn).

Варианты использования модуля: прогнозирование ДТП, выявление очагов аварийности, переобучения модели прогнозирования ДТП, изменение параметров участка и параметров подготовленности водителей, визуализация статистики по ДТП по причине нарушения ПДД водителями (рисунок 4.13).

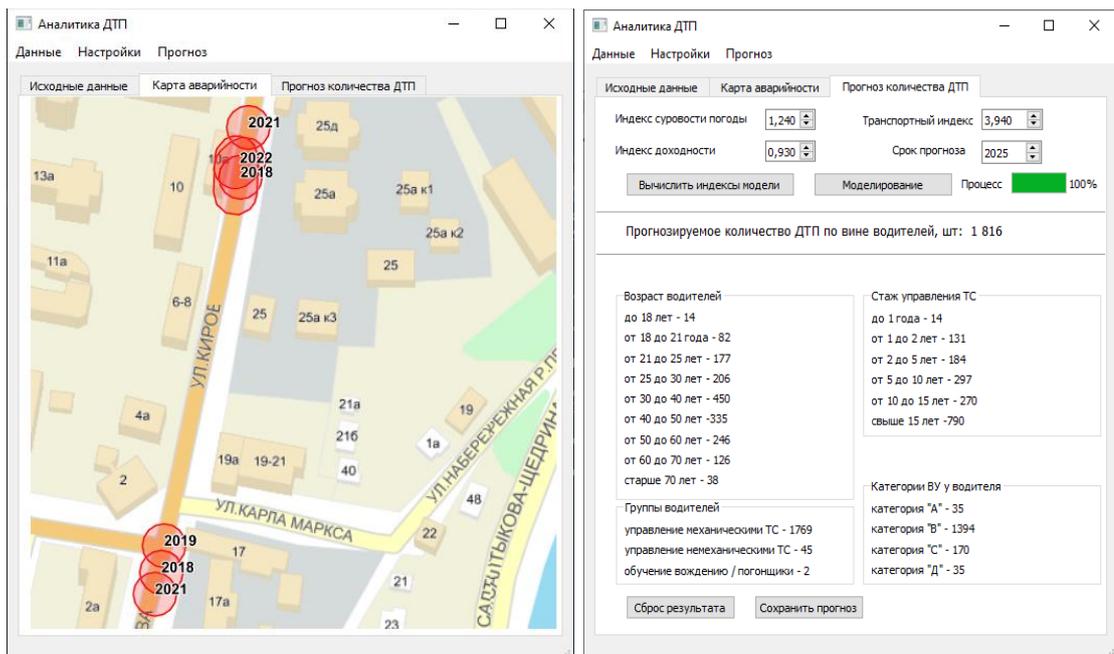


Рисунок 4.13 – Визуализация результатов аналитики и прогнозирования ДТП на УДС г. Пензы

Модуль прогнозирования включён в состав многофункциональной геоинформационной системы, предназначенной для сбора, обработки, моделирования и анализа пространственных данных, их отображения и использования при решении расчетных задач, подготовке и принятии решений, касающихся обеспечения безопасности дорожного движения в Пензенской области (рисунок 4.14, рисунок 4.15).

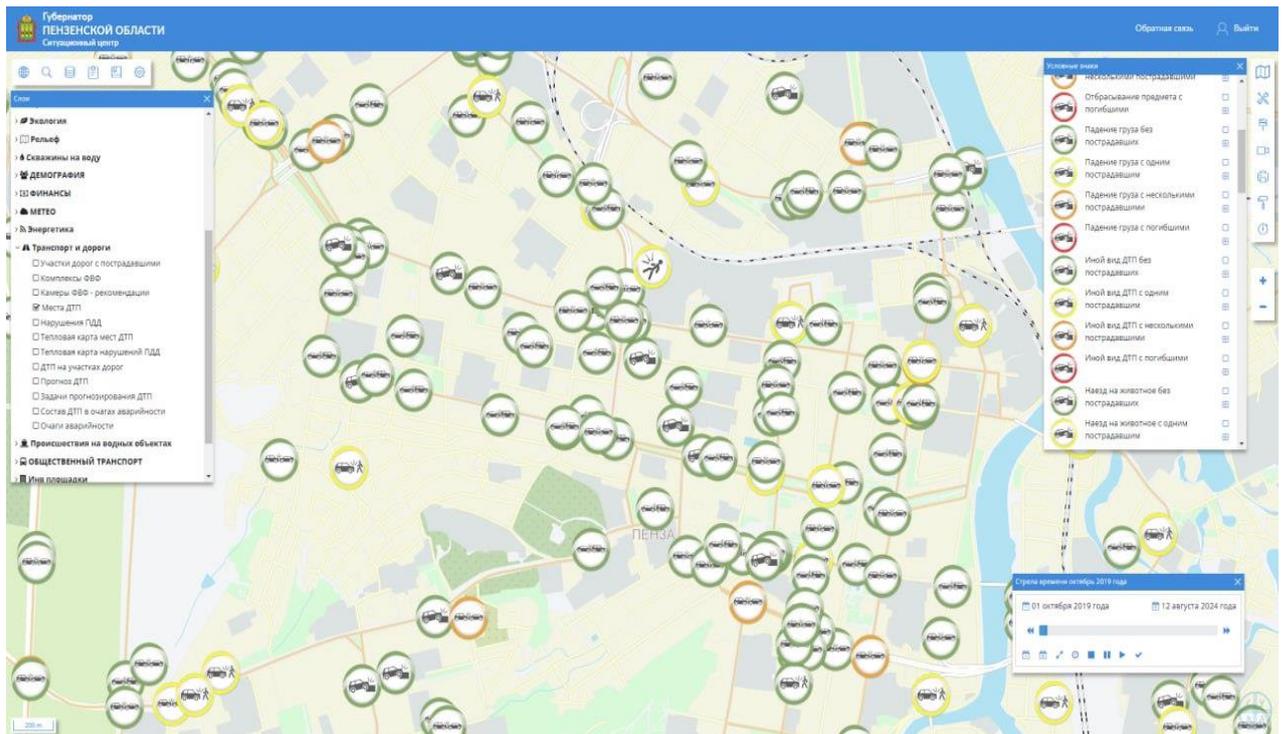


Рисунок 4.14 – Визуализация мест ДТП. Изображение сформировано в результате апробации модуля прогнозирования ДТП на платформе Ситуационного центра Губернатора Пензенской области

Назначение модуля прогнозирования аварийности – расширение функционала ГИС-Портала за счет интеграции в него современных статистических моделей и методов прогнозирования ДТП, а также разведочного анализа и визуализации результатов прогнозирования для снижения тяжести последствий ДТП.

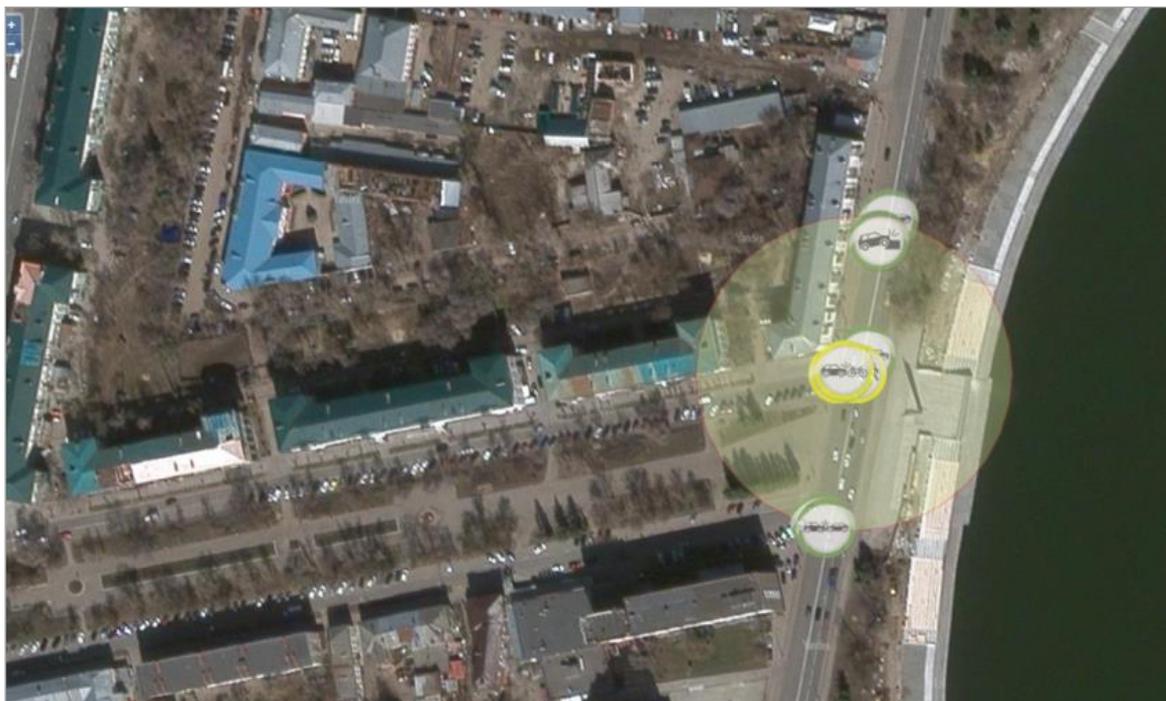


Рисунок 4.15 – Картографическое представление мест ДТП. Изображение сформировано в результате апробации модуля прогнозирования ДТП на платформе Ситуационного центра Губернатора Пензенской области

Создание модуля прогнозирования ДТП позволяет:

- генерировать количественные характеристики, которые должны использоваться для подготовки рекомендаций по снижению смертности в ДТП на дорогах Пензенской области;
- выявить факторы, влияющих на появление очагов аварийности и определение веса каждого параметра (возраст, стаж, социальный статус, пол);
- выявить, численно оценить и ранжировать факторы, влияющих на вероятность появления ДТП и его тяжесть;
- формировать картографию мест ДТП;

Для визуализации места прогнозируемого ДТП по умолчанию задаются «Территория» – регион (Пензенская область) и «Интервал времени».

В соответствии с общей процедурой анализа данных о ДТП для каждой функции должны быть заданы значения параметров «водитель» (рисунок 4.13).

Изменяя масштаб полученного изображения можно просмотреть более детально место ДТП:

- расположение очагов аварийности на УДС (рисунок 4.16);

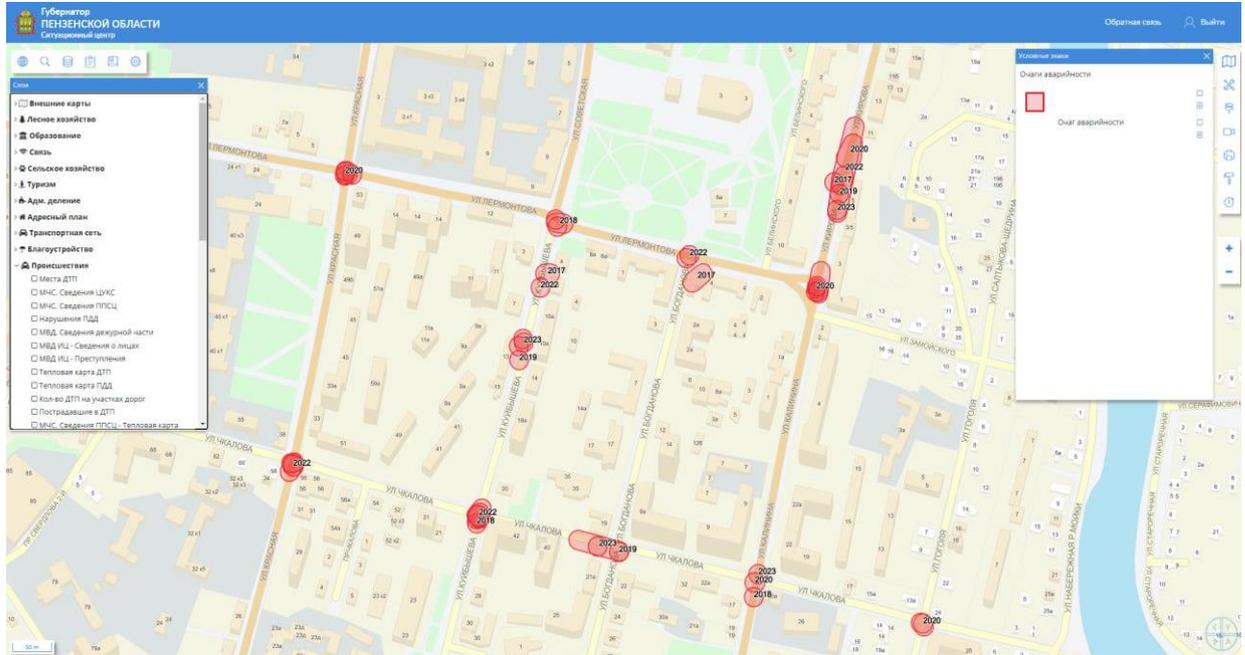


Рисунок 4.16 – Очаги аварийности. Изображение сформировано в результате апробации модуля прогнозирования ДТП на платформе Ситуационного центра Губернатора Пензенской области

- расположение ДТП на УДС (рисунок 4.17);



Рисунок 4.17 – Место ДТП в составе очага аварийности. Изображение сформировано в результате апробации модуля прогнозирования ДТП на платформе Ситуационного центра Губернатора Пензенской области

– информационные карты нужных ДТП (рисунок 4.18), которые должны содержать значения атрибутов ДТП:

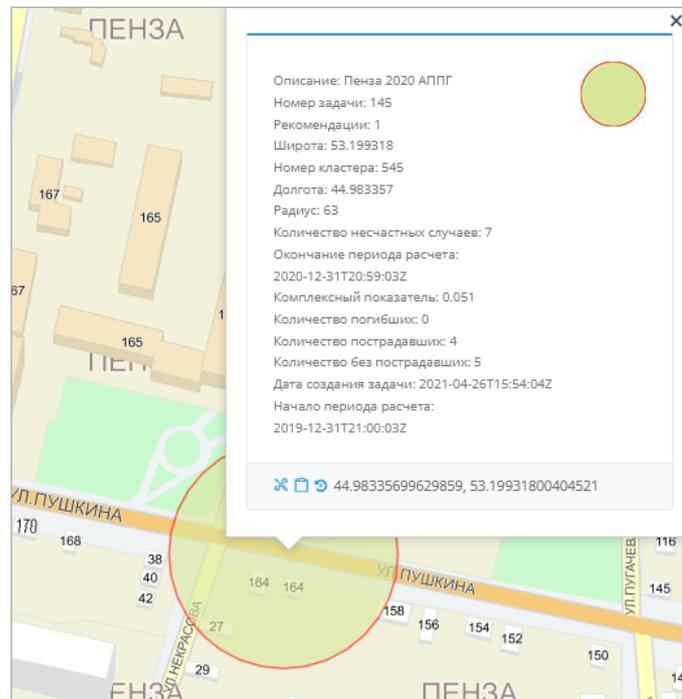


Рисунок 4.18 – Информационная карта ДТП. Изображение сформировано в результате апробации модуля прогнозирования ДТП на платформе Ситуационного центра Губернатора Пензенской области

- координаты и/или адрес;
- показатели ДТП по вине водителей разных целевых групп: количество ДТП, количество погибших, количество раненых, количество ДТП без пострадавших;
- период времени;
- обобщённый показатель;
- места отдельных ДТП в составе очага аварийности;
- места отдельных ДТП с заданной степенью тяжести, например: только с погибшими водителями (рисунок 4.19), с пострадавшими водителями со стажем до 2-х лет, без погибших и пострадавших (на карте должны использоваться соответствующие условные обозначения).



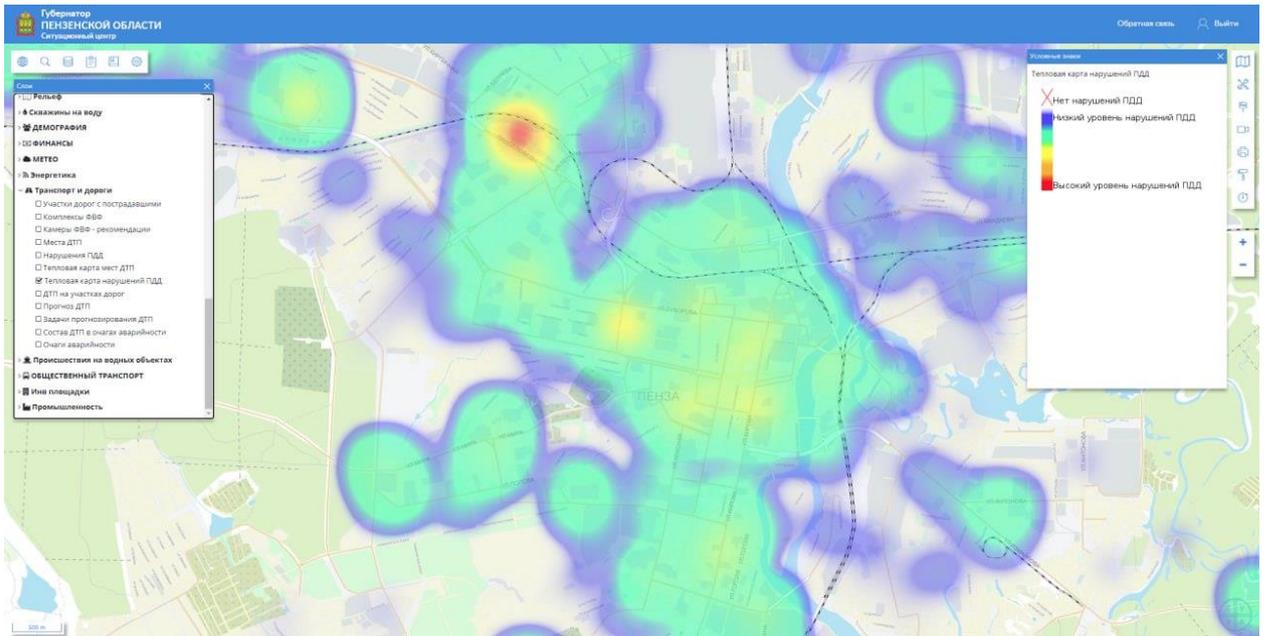


Рисунок 4.21 – Тепловая карта нарушений ПДД водителями.

Изображение сформировано в результате апробации модуля прогнозирования ДТП на платформе Ситуационного центра Губернатора Пензенской области

– места с погибшими водителями по отдельным параметрам – возраст, стаж управления, пол (рисунок 4.22);

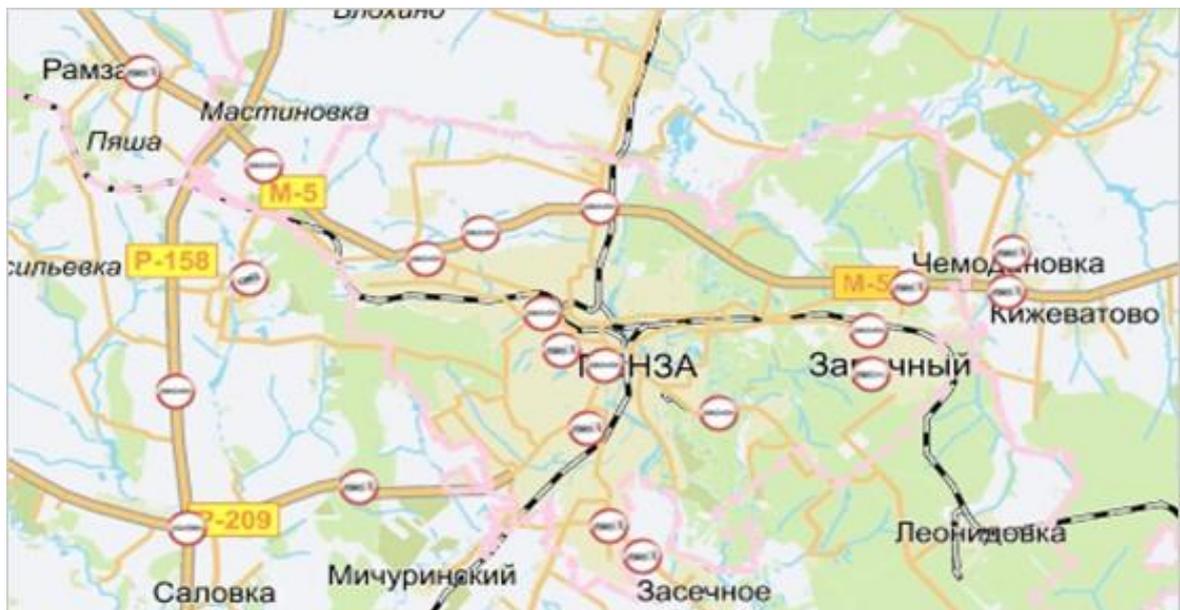


Рисунок 4.22 – Места ДТП с погибшими водителями. Изображение сформировано в результате апробации модуля прогнозирования ДТП на платформе Ситуационного центра Губернатора Пензенской области

– места ДТП и дислокации дорожных знаков и объектов инфраструктуры для определения влияния мобильности населения (рисунок 4.23);

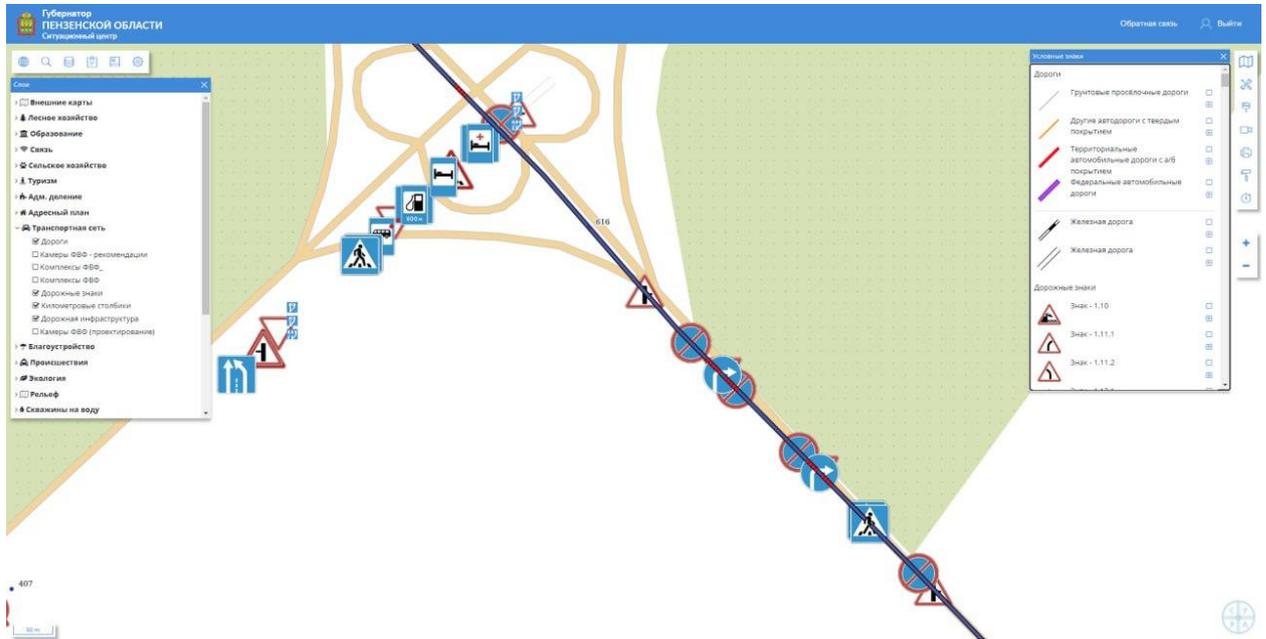


Рисунок 4.23 – Картографическое представление мест ДТП, дислокации дорожных знаков и объектов инфраструктуры. Изображение сформировано в результате апробации модуля прогнозирования ДТП на платформе Ситуационного центра Губернатора Пензенской области

На основе разработанного метода прогнозирования показателей аварийности с учётом массива статистических данных ДТП по улично-дорожной сети г. Пензы визуализация ДТП на карте позволяет детально просматривать месторасположение ДТП по причине нарушения ПДД водителем на УДС, дополнительную информацию (адрес, причины ДТП, вид ТС, возраст и стаж водителя, количество ДТП, погибших и раненых, количество ДТП без пострадавших), что способствует своевременной разработке предложений по составу мероприятий, направленных на обеспечение БДД на заданном участке.

### **Выводы по разделу 4**

1. Эксперимент по исследованию изменения уровня знаний подтвердил выдвинутое предположение, что с течением длительного времени уровень знаний, умений и навыков водителей изменяется в худшую сторону, что отрицательно влияет на уровень БДД.

2. Экспериментальные исследования уровня знаний и навыков водителей «до» и «после» подготовки по разработанной методике позволили определить, что в отдельно взятом периоде времени уровень знаний и навыков изменяется по линейной зависимости общего вида. За продолжительный период времени изменение уровня знаний происходит по кривой скользящей средней.

3. Определены основные нарушения ПДД водителями разных целевых групп и темы для проведения практической подготовки. Снижение уровня знаний достигало в ряде случаев 50%. Так, среди водителей немеханических транспортных средств снижение уровня знаний составило от 25 до 40%, среди водителей СИМ – от 30 до 50%, среди водителей механических ТС – от 10 до 30%.

## **РАЗДЕЛ 5. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

### **5.1. Практические рекомендации по обеспечению безопасности дорожного движения**

Обеспечение безопасности дорожного движения посредством предупреждения ДТП на улично-дорожной сети Пензенской области возможно за счет изучения нарушений ПДД водителями различных целевых групп с учётом параметров их подготовленности.

Разработка плана мероприятий, направленных на снижение числа ДТП и тяжести их последствий, с учётом параметров подготовленности водителей выполняется в рамках поставленных задач в правовых актах Пензенского региона [194, 199, 202].

За период 2015 – 2023 гг. в г. Пензе и Пензенской области по причине нарушения ПДД водителями произошло 6134 ДТП в которых погибло 194 человека и получили ранения 8154 человека.

Нарушения, совершенные водителями, способствовавшие ДТП на основании изучения карточек ДТП:

- выезд на полосу встречного движения;
- движение во встречном направлении по дороге с односторонним движением;
- нарушение правил буксировки;
- нарушение правил движения в жилых зонах;
- нарушение правил обгона;
- нарушение правил стоянки и остановки;
- нарушение правил перестроения;
- нарушение правил при круговом движении;
- нарушение правил проезда пешеходного перехода;

- нарушение правил расположения ТС на проезжей части;
- нарушение требований дорожных знаков и сигналов светофора;
- невыполнение требований обеспечения безопасности при начале движения;

- неподача или неправильная подача сигналов;
- неправильный выбор дистанции;
- несоблюдение бокового интервала;
- несоблюдение очередности проезда;
- несоответствие скорости конкретным условиям движения;

Исследования ДТП с пострадавшими проводились на основе анализа карточек учёта ДТП и характерных участках УДС г. Пензы.

Результаты натурного исследования ДТП, группа № 1 (таблица 5.1):

Таблица 5.1 – ДТП с участием водителей до 18 лет. Группа № 1

Вид ДТП	Характеристика территории	Участники ДТП	Возраст водителей участников ДТП, лет	Причины ДТП – нарушение ПДД	Учащиеся МОУ СОШ
Наезд на пешехода	Территория, прилегающая к парку культуры и отдыха «Парк Спутник», водоем, спортивные площадки, кафе	велосипедисты, водители СИМ	13 – 18 лет	Движение по проезжей части и неподчинение сигналам регулирования движения по пешеходной дорожке	№ 2, № 9, № 27, № 59, № 60, № 66, № 69, № 77

- территория, прилегающая к парку культуры и отдыха «Парк Спутник».

- является местом концентрации ДТП в разные периоды времени;
- отсутствие необходимых ограждений;
- отсутствие необходимых дорожных знаков;
- нерегулируемый перекрёсток неравнозначных дорог;

- остановка общественного транспорта;
- нерегулируемый пешеходный переход;
- наличие множества объектов тяготения – спортивные и развлекательные объекты;



Рисунок 5.1 – Парк культуры и отдыха «Парк Спутник» и прилегающая территория

Мероприятия для обеспечения безопасности дорожного движения на участке улично-дорожной сети г. Пензы:

- установка ограждений согласно ГОСТ 33128-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Ограждения дорожные. Технические требования;
- установка дорожных знаков в соответствии с комплексной схемой организации дорожного движения на территории.

Мероприятия для предупреждения ДТП:

Проведение профилактических занятий с учащимися МБОУ СОШ № 2, 9, 27, 59, 60, 66, 69, 77 по темам: безопасность пешехода, пассивная

безопасность велосипедиста, правила движения на средствах индивидуальной мобильности. В рамках выполнения поставленной задачи разработан комплекс методических материалов для подготовки ответственного водителя, состоящие из программы повышения квалификации, учебных и оценочных материалов, которые используются в учебном процессе (Приложение А).

Представленные мероприятия являются первоочередными и направлены на повышение БДД и профилактике возникновения ДТП с участием водителей младше 18 лет и детского дорожно-транспортного травматизма.

Таблица 5.2 – ДТП с участием водителей 18 – 24 лет. Группа № 2

Вид ДТП	Характеристика территории	Участник и ДТП	Возраст водителей участников ДТП, лет	Причины ДТП – нарушение ПДД	Учащиеся
Столкновение Наезд на пешехода	прилегающая территория к образовательным учреждениям ГАПОУ ПККТ, ФГБОУ ПГУАС	Водители легковых ТС	18 – 24 лет	несоблюдение дистанции, остановка и стоянка в запрещенном месте; проезд на запрещающий сигнал светофора; непредоставление преимущества в движении;	ГАПОУ ПККТ, ФГБОУ ПГУАС

Результаты натурного исследования ДТП, группа № 2 (таблица 5.2):

– образовательные учреждения среднего специального и высшего образования ГАПОУ Пензенский колледж транспортных технологий (ПККТ), ФГБОУ Пензенский государственный университет архитектуры и строительства (ПГУАС);

– в разное время наличие очагов аварийности.

- наличие стоянки, остановки общественного транспорта, пешеходных переходов, магазинов, АЗС;
- недостатки зимнего содержания дорог;
- отсутствие ограждений;
- основное количество ДТП произошли в период сентябрь – июнь.

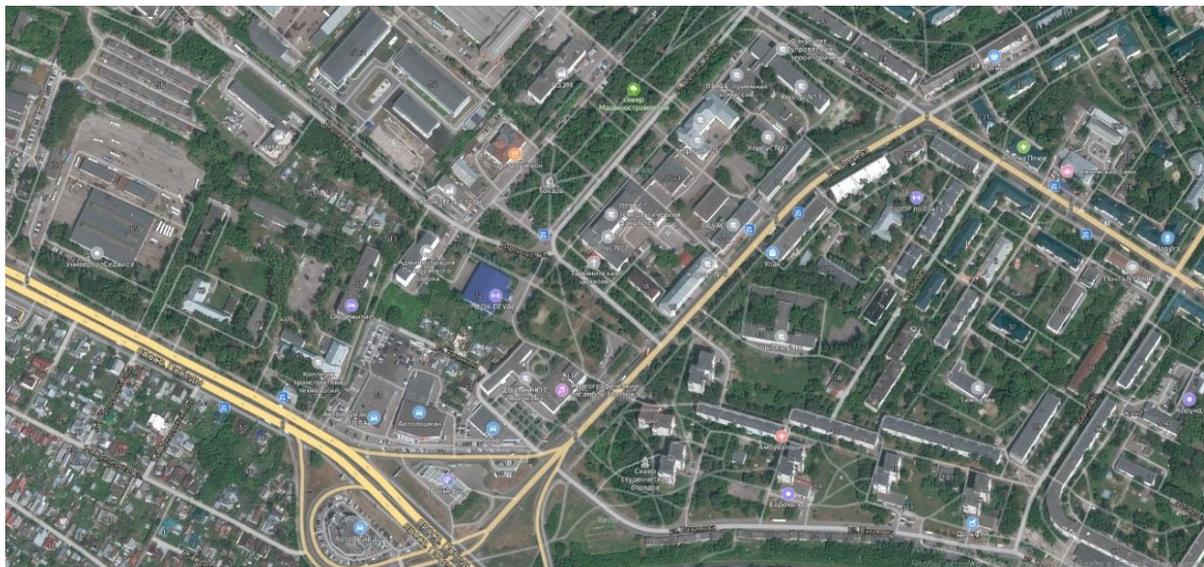


Рисунок 5.2 – Образовательные учреждения ГАПОУ ПККТ и ФГБОУ ВО ПГУАС и прилегающая территория

Мероприятия для обеспечения БДД на участке УДС:

- нанесение разметки согласно ГОСТ Р 51256-2018 "Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования";

- установка ограждений согласно ГОСТ 33128-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Ограждения дорожные. Технические требования;

Мероприятия для предупреждения ДТП:

Проведение профилактических занятий с учащимися ПККТ, ФГБОУ ВО ПГУАС по темам: правила движения водителя, активная безопасность, пассивная безопасность. В рамках выполнения поставленной задачи разработан комплекс методических материалов для подготовки ответственного

участника дорожного движения, состоящие из программы повышения квалификации, учебных и оценочных материалов, которые используются в учебном процессе (Приложение А).

Таблица 5.3 – Фрагмент схемы формирования мероприятий по ОБДД с учётом параметров подготовленности водителей

Характерные участки дороги в населенном пункте	Водитель по целевой группе	Возраст, лет	Нарушения правил безопасного движения	Задачи		
1	2	3	4	5		
Непосредственная близость общеобразовательного учреждения	СИМ Велосипедист	12 – 18	Движение по проезжей части в наушниках	– обеспечить необходимые для безопасного движения знания и навыки		
		5 – 8	Игра на проезжей части			
		10 – 15	Движение на велосипеде по проезжей части			
Непосредственная близость торгового центра	СИМ Велосипедист	50 – 65	Проезд по пешеходному переходу Проезд на запрещающий сигнал светофора	– обеспечить контроль знаний и навыков водителей различных целевых групп  – сохранить приобретенные знания и навыки в течение длительного периода времени		
			Легковой ТС		18 – 25	Подача звукового сигнала без необходимости Несоблюдение разметки на парковке
			Грузовой ТС		25 – 55	Превышение установленной скорости движения Обгон в неполюженном месте

Данные для выработки предложений по составу плана мероприятий, направленных на повышение уровня БДД на участках дорог, содержат:

- адрес ДТП;
- название преобладающего вида ДТП;
- сведения о водителях по вине которых произошло ДТП (возраст, пол, стаж управления автомобилем, целевая группа, средство индивидуальной мобильности и т.д.);
- сведения об объектах инфраструктуры и тяготения населения.

Выбор основных мероприятий по повышению безопасности дорожного движения осуществляется по признакам, указанным в таблице 5.3, характеризующих объекты тяготения населения и целевую группу водителей, но и показатели параметров подготовленности водителей: возраст, стаж управления. При возникновении необходимости таблица 5.15 может быть дополнена другими показателями: пол, социальный статус, уровень образования и пр.

## **5.2. Социально-экономическая эффективность мероприятий по повышению БДД**

Для оценки влияния мероприятий, направленных на улучшение дорожно-транспортной ситуации методы «до и после» [142] получили наибольшее распространение.

Оценка эффективности мероприятий, проведенных в соответствии с разработанной методикой учитывающей целевую группу водителей, после их реализации осуществляется на основе сопоставления наблюдаемого уровня аварийности до проведения подготовки водителей соответствующей целевой группы с уровнем аварийности после их проведения. Исходные данные (средние значения за 3 года) на четырех предприятиях (таблица 5.4) показывают изменение от -2,7% до + 26,4% количества водителей и снижение от 11,7% до 25% количества ДТП в период проведения исследований.

Таблица 5.4 – Исходные данные для оценки эффективности мероприятий

№ п/п	«До» подготовки			«После» подготовки		
	Кол-во водителей, чел.	Кол-во ДТП, ед.	ДТП на 100 водителей	Кол-во водителей, чел.	Кол-во ДТП, ед.	ДТП на 100 водителей
1	34	5	0,15	43	5	0,11
2	45	4	0,09	44	3	0,07
3	36	6	0,17	38	5	0,13
4	90	17	0,19	103	15	0,14

Расположение точек (рисунок 5.3) показывает наличие и характер связи между двумя переменными (количество ДТП на 100 водителей на предприятиях «до» и «после» проведения мероприятий).

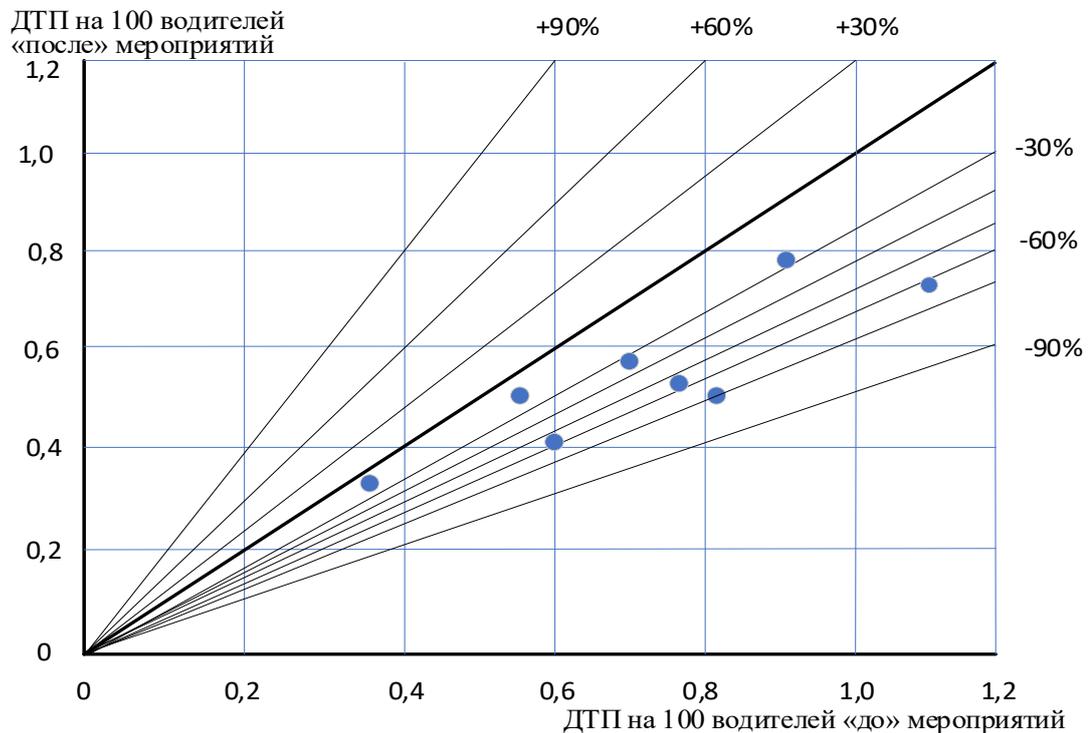


Рисунок 5.3 – Результаты проведенных мероприятий для водителей со стажем более 2-х лет

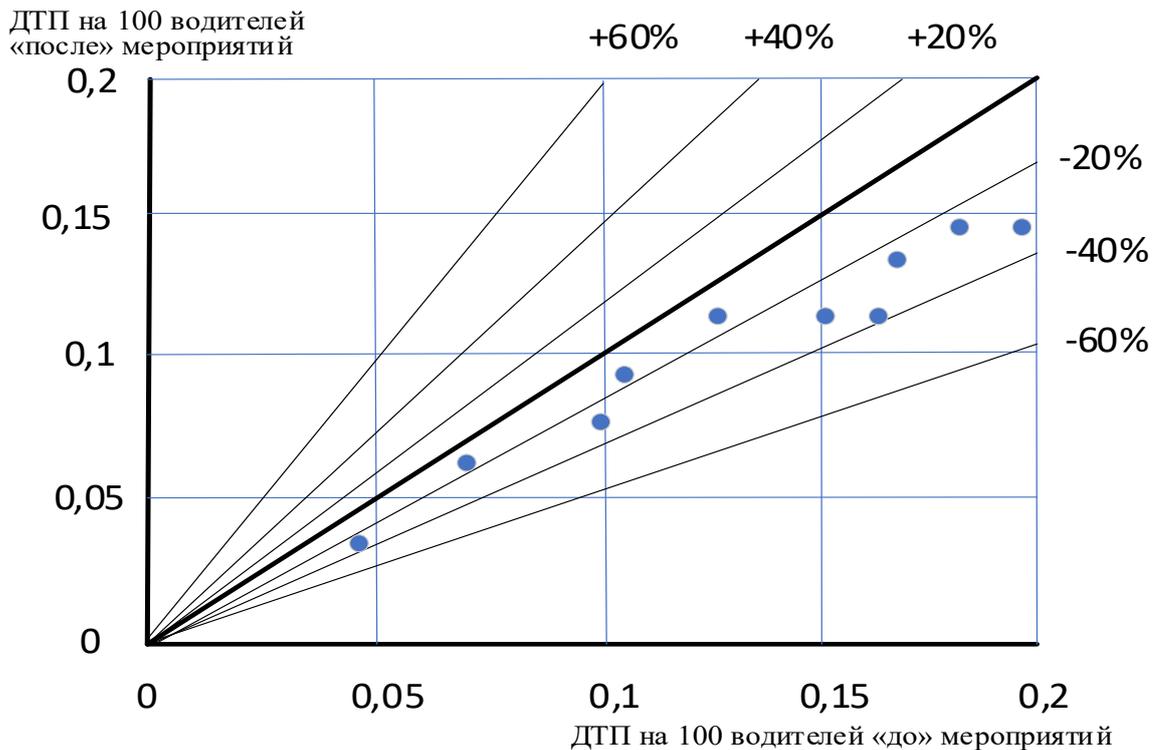


Рисунок 5.4 – Результаты проведенных мероприятий для водителей старше 25 лет

Мероприятия по подготовке водителей, безусловно, показали свою эффективность в сокращении количества ДТП. Размах эффективности мероприятий достигал в ряде случаев 70%, отрицательных результатов не наблюдалось. Так, результатом проведенных мероприятий в предприятиях г. Пензы стало снижение количества ДТП от 10% до 70% водителями со стажем управления более 2-х лет и от 5% до 49 % водителями в возрасте от 35 лет.

### 5.3. Определение экономического ущерба от ДТП

В настоящее время определение экономического ущерба и экономической эффективности является сложным процессом, т. к. необходимо учесть значение более 300 показателей социально-экономического состояния региона и РФ (рисунок 5.5) [13, 192].



Рисунок 5.5 – Социально-экономический ущерб от ДТП

Для оценки социально-экономического ущерба от ДТП использовалась методика, одобренная на заседании секции «Государственная политика в области автомобильного и городского пассажирского транспорта» Научно-технического совета Минтранса России. В ее предыдущей версии, размещенной на официальном сайте Научно-исследовательского института автомобильного транспорта имеется совокупность формул, рекомендованных для определения «социально-экономического ущерба в результате ранения и получения инвалидности в ДТП» [13] по вине водителей разного возраста.

Потери дохода лиц, раненых в ДТП:

$$L_{\text{доход}}^{\text{ран}} = (N_{\text{ТВ}}^{\text{ран}} + N_{\text{СТВ}}^{\text{ран}}) * C_{1\text{чд}}^{\text{ран}} * \overline{D_{\text{леч}}}, \quad (60) \quad (5.1)$$

где  $N_{\text{ТВ}}^{\text{ран}}$  – число раненых в ДТП лиц трудоспособного возраста, чел.;

$N_{\text{СТВ}}^{\text{ран}}$  – число раненых в ДТП лиц старше трудоспособного возраста, чел.

$C_{1\text{чд}}^{\text{ран}}$  – средняя величина потери дохода для одного человека-дня из-за ранения в ДТП, рублей;

$\overline{D_{\text{леч}}}$  – средняя продолжительность амбулаторного и стационарного лечения в результате ДТП, дней.

Число раненых в ДТП лиц трудоспособного возраста [13]:

$$N_{\text{ТВ}}^{\text{ран}} = (\sum_{i=1}^7 N_{\text{тв}}^{\text{ран}i}) \cdot K_{\text{ДТП}}^{\text{нр}} \quad (5.2)$$

где  $N_{\text{ТВ}}^{\text{ран}i}$  – число пострадавших в ДТП из-за нарушения ПДД водителями транспортных средств  $i$ -той возрастной группы трудоспособного возраста (16-18, 18-21, 21-25, 25-30, 30-40, 40-50, 50-60), чел. [13];

$N_{\text{общ}}^{\text{ран}}$  – общее число раненых в ДТП, чел. [13]

$K_{\text{ДТП}}^{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий пострадавших в ДТП по всем другим причинам за исключением нарушения ПДД водителями транспортных средств.

$$K_{\text{ДТП}}^{\text{нр}} = \frac{N_{\text{общ}}^{\text{ран}}}{\sum_{i=1}^7 N_{\text{тв}}^{\text{ран}i} + \sum_{i=1}^2 N_{\text{ств}}^{\text{ран}i} + N_{\text{дет16}}^{\text{ран}}} \quad (5.3)$$

где  $N_{\text{СТВ}}^{\text{ран}i}$  – число пострадавших в ДТП из-за нарушения ПДД водителями транспортных средств  $i$ -той возрастной группы трудоспособного возраста (60-70, свыше 70), чел.;

$N_{\text{дет16}}^{\text{ран}}$  – число раненых детей в возрасте до 16 лет, чел. [5]

Число раненых в ДТП лиц старше трудоспособного возраста:

$$N_{СТВ}^{ран} = (\sum_{i=1}^2 N_{ств}^{рани}) \cdot K_{ДТП}^{np} \quad (5.4)$$

Средняя величина потери дохода для одного человека-дня из-за ранения в ДТП:

$$C_{1чд}^{ран} = \frac{0,1385 * CЗП}{\frac{365 - T_{впл}}{12}} * (1 - d^{без}) * K_{РП} * \frac{N_{ТВ}^{ран}}{N_{ТВ}^{ран} + N_{СТВ}^{ран}}, \quad (5.5)$$

где 0,1385 – коэффициент, учитывающий выплату пособия по временной нетрудоспособности;

$d^{без}$  – доля безработных;

СЗП – среднемесячная начисленная заработная плата работников организаций, рублей;

$K_{РП}$  – коэффициент, учитывающий работающих пенсионеров;

$$K_{РП} = 1 + d_{зан}^{пенс} = 1 + \frac{N_{пенс}^{раб}}{N_{пенс}} \quad (5.6)$$

где  $d_{зан}^{пенс}$  – доля работающих пенсионеров;

$N_{пенс}^{раб}$  – численность работающих пенсионеров, чел.;

$N_{пенс}$  – общая численность пенсионеров, чел.

Средняя продолжительность амбулаторного и стационарного лечения в результате ДТП:

$$\overline{D}_{леч} = \overline{D}_{ост} + \overline{D}_{кст} + V_{амб}, \quad (5.7)$$

где  $\overline{D_{дст}}$  – средняя длительность пребывания больного в дневном стационаре, дней;

$\overline{D_{кст}}$  – средняя длительность пребывания больного на койке, дней;

$V_{амб}$  – объем оказанной амбулаторной медицинской помощи в расчете на одного жителя, посещений/чел.

Для определения ущерба использовалась официальная статистическая информация и иная необходимая информация из открытых источников.

«Кумулятивный подход, использованный при расчетах направлен на оценку прямого и косвенного ущерба всех субъектов, несущих потери в результате ДТП» [13]. Расчет ущерба в результате гибели и ранения населения в ДТП целесообразно проводить на основании агрегированных показателей для всей территории Российской Федерации и отдельно по каждому субъекту Российской Федерации.

Результаты расчета ущерба при ранении людей в ДТП по вине водителей различного возраста представлены в таблице 5.5. Расчет ущерба по ранению в ДТП в Пензенской области составил в среднем более 3 млн. рублей в день. Таким образом, снижение количества ДТП на 120 единиц позволит значительно уменьшить стоимость ущерба.

Таблица 5.5 – Определение ущерба от ДТП в Пензенской области по вине водителей различного возраста

№ п/п	Показатель	Обозначение показателя	Примечание	2019 год
1	2	3	4	5
29	«Потери дохода лиц, раненых в ДТП руб. день» [13]	Linc ран	расчетн	3220252,84
1	«число раненых в ДТП лиц трудоспособного возраста, чел.» [13]	NTB ран	расчетн	2002,13
2	«число раненых в ДТП лиц старше трудоспособного возраста, чел.» [13]	NCTB ран	расчетн	218,75
«число пострадавших в ДТП из-за нарушения ПДД водителями транспортных средств» [13]:			«Определяется по данным портала <a href="http://stat.gibdd.ru/">http://stat.gibdd.ru/</a> (раздел «Выгрузка показателей БДД»>>«Регламентная таблица»)>> [13]	
4	возрастной группы 16-18, чел. трудоспособного возраста	NTB ран1		5
5	возрастной группы 18-21, чел. трудоспособного возраста	NTB ран2		82
6	возрастной группы 21-25, чел. трудоспособного возраста	NTB ран3		177

1	2	3	4	5
7	возрастной группы 25-30, чел. трудоспособного возраста	NTB ран4	«Определяется по данным портала <a href="http://stat.gibdd.ru/">http://stat.gibdd.ru/</a> (раздел «Выгрузка показателей БДД»>>«Регламентная таблица»>> [13]	206
8	возрастной группы 30-40, чел. трудоспособного возраста	NTB ран5		450
9	возрастной группы 40-50, чел. трудоспособного возраста	NTB ран6		335
10	возрастной группы 50-60, чел. трудоспособного возраста	NTB ран7		246
11	возрастной группы 60- 70 лет трудоспособного возраста, чел	NCTB ран1		126
12	возрастной группы свыше 70 лет трудоспособного возраста, чел	NCTB ран2		38
13	общее число раненых в ДТП, чел.	Нобщ ран		2525

1	2	3	4	5
14	«коэффициент, учитывающий пострадавших в ДТП по всем другим причинам за исключением нарушения ПДД водителями транспортных средств» [13]	Кдтп пр	расчетн	1,33
15	«число раненых детей в возрасте до 16 лет, чел.» [13]	Nдет16 ран	«Определяется по данным портала <a href="http://stat.gibdd.ru/">http://stat.gibdd.ru/</a> (раздел «Выгрузка показателей БДД»>>«Регламентная таблица»)» [13]	228
16	«Средняя величина потери дохода для одного человека-дня из-за ранения в ДТП в Российской Федерации, руб.» [13]	С1ЧД ран	расчетн	43,87
17	«среднемесячная номинальная начисленная заработная плата в РФ, руб.» [13]	СЗП	«Определяется по данным Росстата «Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников в целом по экономике по субъектам Российской Федерации». Режим доступа: <a href="https://www.gks.ru/labor_market_employment_salaries">https://www.gks.ru/labor_market_employment_salaries</a> » [13]	23638

Продолжение табл. 5.5

1	2	3	4	5
18	«коэффициент, учитывающий работающих пенсионеров» [13]	КРП	расчетн	1,18
19	«количество выходных и праздничных дней в текущем году в соответствии с производственным календарем, дней.» [13]	Твпд	нормат	118
20	«доля безработных в РФ» [13]	дбез	«Определяется по данным показателя «Уровень безработицы (по методологии Международной организации труда)» ЕМИСС. Режим доступа: <a href="https://www.fedstat.ru/indicator/3344">https://www.fedstat.ru/indicator/3344</a> » [13]	7,46
21	«коэффициент, учитывающий выплату пособия по временной нетрудоспособности» [13]	0,1385	«Расчитан как 1-0,8615, где 0,8615 - среднее арифметическое процента заработной платы исходя из общего трудового стажа: до 5 лет – 60%, 5-8 лет – 80%, свыше 8 лет – 100%» [13]	0,1385
22	«средняя продолжительность амбулаторного и стационарного лечения в результате ДТП» [13]	Длеч	расчетн	33,05
23	«средняя длительность пребывания больного в дневном стационаре, дней» [13]	Ддст	«Определяется по данным показателя «Средняя длительность пребывания больного в дневном стационаре» ЕМИСС. Режим доступа: <a href="https://www.fedstat.ru/indicator/41675">https://www.fedstat.ru/indicator/41675</a> » [13]	12

1	2	3	4	5
24	«средняя длительность пребывания больного на койке, дней» [13]	Дкст	«Определяется по данным показателя «Средняя длительность пребывания больного на койке» ЕМИСС. Режим доступа: <a href="https://www.fedstat.ru/indicator/41662">https://www.fedstat.ru/indicator/41662</a> » [13]	10
25	«объем оказанной амбулаторной медицинской помощи в расчете на одного жителя <sup>бб</sup> , посещений/ чел.»	Вамб	«Определяется по данным показателя «Объем оказанной амбулаторной медицинской помощи в расчете на одного жителя» ЕМИСС. Режим доступа: <a href="https://www.fedstat.ru/indicator/41653">https://www.fedstat.ru/indicator/41653</a> » [13]	11,05
26	доля работающих пенсионеров	дзан пенс	расчетн	0,18
27	«численность работающих пенсионеров, чел.» [13]	Нпенс раб	«Определяется на основе данных Росстата «Численность работающих пенсионеров, состоящих на учёте в системе Пенсионного фонда Российской Федерации, по видам пенсионного обеспечения и категориям пенсионеров в Российской Федерации». Режим доступа: <a href="https://www.gks.ru/folder/13877">https://www.gks.ru/folder/13877</a> » [13]	76491
28	«общая численность пенсионеров, чел.» [13]	Нпенс	«Определяется на основе данных Росстата «Численность работающих пенсионеров, состоящих на учёте в системе Пенсионного фонда Российской Федерации, по видам пенсионного обеспечения и категориям пенсионеров в Российской Федерации». Режим доступа: <a href="https://www.gks.ru/folder/13877">https://www.gks.ru/folder/13877</a> » [13]	432600

## Выводы по разделу 5

1. Комплексный показатель состояния аварийности, вычисленный при разных значениях весовых коэффициентов частных показателей, позволил определить значимость конкретного вида дорожно-транспортного происшествия с определенными показателями в общей массе ДТП Пензенской области.

2. Мероприятия по подготовке водителей показали свою эффективность в сокращении количества ДТП. Размах эффективности мероприятий достигал в ряде случаев 70%, отрицательных результатов не наблюдалось. Так, результатом проведенных мероприятий в предприятиях г. Пензы стало снижение количества ДТП от 10% до 70% водителями со стажем управления более 2-х лет и от 5% до 49 % водителями в возрасте от 35 лет.

3. Экономический ущерб от ДТП по вине водителей транспортных средств в Пензенской области, в которых получили ранения граждане, составил более 3 млн рублей в день. Социальный эффект – снижение на 120 ДТП (на примере Пензенской области) позволит снизить экономический ущерб.

4. Выбор основных мероприятий по повышению безопасности дорожного движения осуществляется по признакам, характеризующих не только инфраструктуру, объекты тяготения населения и целевую группу водителей, но и показатели подготовленности: возраст, стаж управления транспортным средством.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе выполненного исследования решена научно-практическая проблема, имеющая важное социально-экономическое значение: предложены новые научно-обоснованные методы, математические модели и технические решения, способствующие развитию методологии обеспечения безопасности дорожного движения с учётом подготовленности водителей.

1. В рамках развития концепции БДД предложена методология обеспечения безопасности дорожного движения на основе выявленных закономерностей влияния подготовленности водителей на значения показателей аварийности с учётом региональных особенностей, позволяющая повысить качество планирования и реализации мероприятий по обеспечению БДД.

2. Теоретически обоснован и разработан метод ранжирования регионов по уровню безопасности дорожного движения с учётом параметров внешней среды, позволивший с учётом восьми независимых между собой параметров социально-экономического развития регионов РФ сформировать одиннадцать территориальных кластеров и выявить субъекты РФ с положительной динамикой в области обеспечения БДД, а также субъекты РФ, требующие реализации первоочередных мер по обеспечению БДД.

3. Предложена система показателей аварийности, включающая новые показатели – индексы безопасности дорожного движения, обеспечивающие комплексную оценку безопасности дорожного движения. Разработан и теоретически обоснован оценочный комплекс из двадцати двух параметров подготовленности водителей и условий внешней среды, интегрированных в четыре индекса БДД для количественной оценки уровня безопасности дорожного движения, позволяющий на основе статистических данных ДТП по регионам РФ построить регрессионные зависимости для выявления наиболее значимых параметров подготовленности водителя на БДД.

4. Предложена математическая модель для оценки вероятности возникновения ДТП, связанных с нарушением ПДД водителями транспортных средств с учётом региональных особенностей, и осуществлена её верификация. Модель построена с учётом статистических данных, подтверждающих, что 73% ДТП с участием механических и немеханических ТС в городской среде возникает в результате нарушений водителями правил дорожного движения, 20% ДТП в городской среде происходит по вине водителей возрастом от 30 до 40 лет, причём 15% ДТП - с участием легковых автомобилей.

5. Разработан и экспериментально проверен метод подготовки водителей различных целевых групп. В ходе апробации метода существующая классификация причин, способствующих совершению ДТП водителями, дополнена причинами «Ошибки, вызванные физическим, психологическим, эмоциональным состоянием, обуславливающим подготовленность (возраст, стаж управления)» и «Ошибки, вызванные отсутствием актуальных знаний о Правилах дорожного движения, умений, навыков». Подтверждено изменение уровня знаний ПДД водителями в случае продолжительного времени осуществления профессиональной деятельности без дополнительной подготовки (у водителей немеханических ТС снижение уровня знаний составило 25% – 50%, у водителей механических ТС – 10% – 30% в течение трёх наблюдаемых лет).

Эффективность от внедрения разработанных научных положений оценена на примере Пензенского региона. Положительный эффект от реализации предложенных практических рекомендаций по снижению уровня аварийности достигал в ряде случаев 70%, отрицательных результатов не наблюдалось.

Предложенные концепция и методология позволяют оценить уровень безопасности дорожного движения с учётом параметров подготовленности водителей, что является необходимым условием для реализации основного направления стратегии безопасности дорожного движения в Российской

Федерации на 2018 – 2024 годы – совершенствование методов обучения водителей для обеспечения их качественной подготовки и адаптации к участию в дорожном движении. Это, в свою очередь, обеспечивает значимый социальный эффект (на примере Пензенской области, снижение на 120 ДТП в год).

Совокупность практических рекомендаций по применению проектных решений, направленных на повышение уровня БДД с учётом параметров подготовленности водителей разных целевых групп, представлена в комплекте оценочных средств, методических материалов и подтверждена актами внедрения и свидетельствами о регистрации интеллектуальной собственности.

Направлением дальнейших исследований является совершенствование методологии представления и обработки данных аварийности по причине нарушения правил дорожного движения водителями механических и немеханических транспортных средств.

**СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

АППГ	– аналогичный период прошлого года
БДД	– безопасность дорожного движения
БКД	– безопасные качественные дороги
ВАДС	– водитель – автомобиль – дорога – среда
ВОЗ	– всемирная организация здравоохранения
ДТП	– дорожно-транспортное происшествие
ЗУН	– знания, умения и навыки
ОБДД	– обеспечение безопасности дорожного движения
ПДД	– правила дорожного движения
СИМ	– средство индивидуальной мобильности
ТС	– транспортное средство
УДД	– участник дорожного движения
УДС	– улично-дорожная сеть
ФЦП	– федеральная целевая программа

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в Европейском регионе ВОЗ 2019. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ; 2020. Лицензия: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

2. Adminaite, D. Reducing child deaths on European roads / D. Adminaite, G. Jost, H. Stipdonk, H. Ward, T. Calinescu // Flash Report, 2018, 48 p.

3. Заседание Госсовета по вопросам развития сети автомобильных дорог и обеспечения безопасности дорожного движения 26 июня 2019 года [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/60825>.

4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 января 2018 г. N 1-р г. Москва «Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018 – 2024 годы».

5. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации в 2023 году. Информационно-аналитический обзор. М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России». – 2024. – 154 с.

6. Распоряжение Правительства РФ от 25 марта 2020 г. № 724-р «О Концепции обеспечения безопасности дорожного движения с участием беспилотных транспортных средств на автомобильных дорогах общего пользования» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/564526787> – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

7. Аналитический вестник Совета Федерации Федерального Собрания РФ [Текст] / VI Международный конгресс «Безопасность на дорогах ради безопасности жизни» – «Роль гражданского общества в повышении безопасности дорожного движения». – СПб. – 2016. – № 33 (632). – С. 62.

8. Конвенция о дорожном движении (с изменениями на 23 сентября 2014 года. – 111 с.) [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<http://docs.cntd.ru/document/1901133> – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

9. Поручение Президента РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/>

10. Европейское соглашение, дополняющее Конвенцию о дорожном движении, открытую для подписания в Вене 8 ноября 1968 года" (Заключено в г. Женеве 01.05.1971) (с поправками, вступ. в силу для России 28.08.1993, 27.01.2001, 26.03.2006) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902041671> – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

11. Поправки к конвенции о дорожном движении от 8 ноября 1968 года (3 марта 1992 г.) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://base.garant.ru/2565152/> – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

12. Ильина, И.Е. Приемы оценки безопасности дорожного движения: обзор / И.Е. Ильина // Транспорт Российской Федерации. – 2020. – № 1 (86). – С. 22-25.

13. Методика оценки социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий / Одобрена секцией «Государственная политика в области автомобильного и городского пассажирского транспорта» НТС Минтранса России 28.08.2023.

14. Показатели состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://stat.gibdd.ru/>

15. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/>

16. Постановление Правительства РФ от 20 февраля 2006 г. N 100 "О федеральной целевой программе "Повышение безопасности дорожного движения в 2006 - 2012 годах" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://base.garant.ru/189189/> Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

17. Постановление Правительства РФ от 03.10.2013 N 864 (ред. от 13.12.2017) О федеральной целевой программе "Повышение безопасности дорожного движения в 2013 - 2020 годах" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/499048500> – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

18. Федоров, В.А. Разработка методики совершенствования контроля исполнения норм безопасности дорожного движения [Текст]: дис... канд. техн. наук в форме науч. доклада. – Санкт-Петербург: 1998. – 51 с.

19. Кравченко, П.А. Организационный и технологический ресурс решения проблемы обеспечения безопасности дорожного движения в РФ / П.А. Кравченко, А.Г. Воробьев // Транспорт Российской Федерации. 2008. – № 2 (15). – С. 44-49.

20. Belin, M. Vision Zero – a road safety policy innovation. / M. Belin, E. Vedung, P. Tillgren // Int. J. Injury Control Saf. Promotion 19 (2) – 2012, pp. 171–179.

21. Langford, J. A re-assessment of older drivers as a road safety risk / S. Koppel, J. Charlton, B. Fildes, S. Newstead // Iatss research Vol.30 No.1, 2006.

22. Yannis, G. Effect of GDP changes on road traffic fatalities / G. Yannis, E. Papadimitriou, K. Folla // National Technical University of Athens. – 2012. – 19 p.

23. Craens, J. Mission-oriented innovation policy: The case of the Swedish ‘Vision Zero’ approach to traffic safety / J. Craens, K. Frenken, T. Meelen // Papers in Evolutionary Economic Geography. – 2021. – 16 p.

24. Kim, E. Vision Zero: a toolkit for road safety in the modern era / E. Kim, P. Muennig, Z. Rosen // Injury Epidemiol. 4 (1) – 2017, pp. 1-9.

25. Tingvall, C. Vision Zero: an ethical approach to safety and mobility / C. Tingvall, N. Haworth // Paper presented at the 6th ITE International Conference on Road Safety and Traffic Enforcement: Beyond 2000. – Melbourne, 6-7 September. – 1999. – 14 p.

26. Tingvall, C. (2022). Vision zero: How it all started. The Vision Zero Handbook: Theory, Technology and Management for a Zero Casualty Policy: pp. 245-266.

27. Федеральный закон от 10.12.1995 N 196-ФЗ (ред. от 30.07.2019) "О безопасности дорожного движения" [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://base.garant.ru/10105643/> – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

28. Boakye, A., Abledu, G. K. and Semevoh, R. (2014). Linking Road Traffic Accidents to Vehicle Population; Empirical Evidence from Ghana. Africa Development and Resources Research Institute Journal, Ghana: Vol. 9, No. 9(2).

29. Elvik, R. The Handbook of Road Safety Measures / R. Elvik, T. Vaa (Eds.) // Elsevier, Oxford – 2004. – 113 p.

30. Evans, L. Traffic safety / L. Evans // Bloomfield, Mich: Science Serving Society – 2004, 445 p.

31. Sauerzapf V. Road traffic crash fatalities. An examination of national fatality rates and factors associated with the variation in fatality rates between nations with reference to the World Health Organisation Decade of Action for Road Safety 2011 - 2020, 74 p.

32. Koornstra, M. SUNflower: a comparative study of the development of road safety in Sweden, the United Kingdom, and the Netherlands / M. Koornstra, D. Lynam, G. Nilsson, P. Noordzij, H.-E. Pettersson, F. Wegman, and P. Wouters // Institute for Road Safety Research, 2002. – 159p.

33. European Commission (2023) Road Safety Thematic Report – Consequences of crashes. European Road Safety Observatory. Brussels, European Commission, Directorate General for Transport. 20 p.

34. Jadaan K., Almatawah J. A Review of Strategies to Promote Road Safety in Rich Developing Countries: the Gcc Countries Experience / Journal of Engineering Research and Application Vol. 6, Issue 9, (Part-5) September. – 2016. – pp. 12-17.

35. O'Neill B., Mohan D. Reducing motor vehicle crash deaths and injuries in newly motorising countries / BMJ volume 324, 2002. p 1142-1145.
36. Kopits, E. Traffic fatalities and economic growth. / E. Kopits, M. Cropper // – Washington: DC, The World Bank, 2003. – 43 p.
37. Коноплянко, В.И. Организация и безопасность дорожного движения / В. И. Коноплянко. – Москва: Высшая школа (ВШ), 2007. – 382 с.
38. Кравченко, П.А. Функциональность приобретаемых знаний – фундаментальный принцип формирования программ подготовки и переподготовки водителей автотранспортных средств / В.А. Федоров, П.А. Кравченко, В.И. Чуков // Автомобильный транспорт. – 1997. – № 11. – С. 52.
39. Евтюков, С.А. О целях и содержании концепции совершенствования российской системы профессиональной подготовки водителей транспортных средств / С.А. Евтюков, П.А. Кравченко // Безопасность дорожного движения. Сборник научных трудов. – 2013. № 13. – С. 32-37.
40. Ильина, И.Е. Компетентностный подход в обучении как способ обеспечения безопасности дорожного движения / И.Е. Ильина // V Национальная научно-практическая конференция. Образование. Транспорт. Инновации. Строительство. – Омск, 2022. С. 260-264
41. 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. – С. 2-4.
42. Ильина, И.Е. Формирование навыков управления автомобилем на автотренажёре / И.Е. Ильина, В.В. Лянденбургский, А.С. Пылайкин, Е.А. Кротова // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – Выпуск 5 (24).
43. Бабков, В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения [Текст] / В.Ф. Бабков – М.: Транспорт. – 1993. – 271 с.
44. Пугачев, И.Н. Совершенствование методов оценки качества и безопасности дорожного движения [Текст] / И. Н. Пугачев, Н. Г. Шешера, А. В. Каменчуков. - Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та. – 2018. - 160 с.

45. Лобанов, Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учётом психофизиологии водителя [Текст] / Е.М. Лобанов. – Москва: Транспорт. – 1980. – 311 с.

46. Трофимова, Л.С. Теоретическое обоснование для разработки показателей совершенствования подготовки и переподготовки персонала пассажирского автомобильного транспорта / С.Е. Бебинов, Л.С. Трофимова // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2024. – Т. 21. – № 1 (95). – С. 48-61.

47. Сильянов, В.В. Прогноз числа погибших в ДТП на основе социально-экономических показателей / В.В. Сильянов, В.Т. Капитанов, О.Ю. Моница, А.Б. Чубуков // Наука и техника в дорожной отрасли. 2017. – № 4. – С. 4-6.

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

49. Якунин, Н.Н. Исследование уровня профессионально важных качеств водителя с предоставлением рекомендаций по их развитию / Е.С. Штукатурова, И.И. Любимов, Н.Н. Якунин // XVIII международная научно-практическая конференция: Прогрессивные технологии в транспортных системах. Оренбург. – 2023. – С. 502-508.

50. Энглези И.П. Определение вероятности возникновения ДТП на участках сети дорог с учётом человеческого фактора / И.П. Энглези // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2017. – № 4. – С. 9-11.

51. Якунина, Н.В. Анализ эффективности применения психофизиологического тестирования водителей автобусов с целью повышения безопасности дорожного движения / Н.В. Якунина, О.Е. Янучкова // IV Международная научно-практическая конференция: Развитие современной науки и технологий в условиях трансформационных процессов. Москва. – 2022. – С. 292-298.

52. Якунина, Н.В. Методика оценки мастерства водителей автомобилей по показателям активности вождения при смене климатических сезонов / Е.В. Якунина, О.И. Шаповалова, И.Н. Якунин, Н.В. Якунина // XVI международная научно-практическая конференция: Прогрессивные технологии в транспортных системах. материалы. Оренбург. – 2021. С. 612-617.

53. Якунина, Н.В. Особенности условий режима труда и отдыха водителя при организованной перевозке групп детей в междугородном сообщении / О.Е. Янучкова, М.Р. Янучков, Н.В. Якунина // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2020. – Т. 17. – № 3 (73). – С. 352-363.

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

55. Евтюков, С.С. Оценка влияния велосипедной инфраструктуры города на безопасность дорожного движения велосипедистов / С.С. Евтюков, И.С. Брылев, М.М. Блиндер // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 3-2 (78). – С. 76-84.

56. Евтюков, С.С. Аудит безопасности дорожного движения как элемент системного управления деятельностью по предотвращению ДТП / С.С. Евтюков, Е.В. Куракина // 4-ая Международная научно-практическая конференция: Информационные технологии и инновации на транспорте. – 2019. – С. 126-132.

57. Евтюков, С.С. Роль человеческого фактора при возникновении дорожно-транспортного происшествия / С.С. Евтюков, Е.В. Голов, А.А. Коломеец // Транспортное дело России. – 2018. – № 2. – С. 196-199.

58. Евтюков, С.С. Оценка времени реакции водителя двухколесного механического транспортного средства при применении им торможения / С.С.

Евтюков, И.С. Брылев, И.В. Ворожейкин // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – № 6 (77). – С. 277-283.

59. Сафиуллин, Р.Р. Безопасность на автомобильном транспорте [Текст] / Р.Р. Сафиуллин, С.А. Евтюков, Е.П. Доронина, М.Р. Баширов и др. // Изд. ООО «Директ-Медиа». – 2021. – 388с.

60. Зедгенизов, А.В. Оценка интенсивности движения индивидуального транспорта к жилым объектам высокой этажности в г. Иркутске / Т.Б. Брянских, А.В. Зедгенизов // Вестник гражданских инженеров. – 2023. – № 3 (98). – С. 97-104.

61. Капитанов, В.Т. Некоторые аспекты вероятностно-статистического моделирования аварийности в регионах Австрии, Германии, России / В.Т. Капитанов, О.Ю. Моница, В.В. Сильянов, А.Б. Чубуков // Вестник МАДИ. – вып. 4 (39). – 2014. – С. 97-102

62. Зедгенизов, А.В. Методика организации дорожного движения на основе оценки транспортного спроса к центрам массового тяготения по параметрам их расположения на урбанизированных территориях / А.В. Зедгенизов // 5-ая Международная научно-практическая конференция: Информационные технологии и инновации на транспорте. – 2019. – С. 47-52.

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

64. Lococo, K.H., Staplin, L. (2018) Visual scanning training for older drivers: A literature review. – Traffic Safety Administration. – 74 p.

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

66. Капский, Д.В. Учёт «человеческого фактора» в модели определения потенциальной опасности при прогнозировании аварийности по методу «конфликтных зон» / Д.В. Капский. – Вестник ТОГУ. – 2012. – № 2 (25). – С. 123-126.

67. Клявин, В.Э. Разработка научных методов повышения уровня системной безопасности дорожного движения [Текст]: Дис. докт. техн. наук. спец. 05.22.10. Липецк. – 2017. – 331 с.

68. Корчагин, В.А. Повышение уровня безопасности дорожного движения на основе имитационного моделирования работы дорожно-эксплуатационной службы / В.А. Корчагин, В.Э. Клявин, С.А. Ляпин, Ю.М. Ситников // Мир транспорта и технологических машин. 2017. – № 4(59). – С. 105-110.

69. Клявин, В.Э. Прогнозирование показателей аварийности методами анализа временных рядов / В.Э. Клявин, В.А. Корчагин, В.А. Суворов // Мир транспорта и технологических машин. – 2017. – № 2(57). – С. 92-97.

70. Катасонов, М.В. Математическая модель прогнозирования аварийности дорожного движения на сети автомобильных дорог и в местах концентрации дорожно-транспортных происшествий / М.В. Катасонов, А.И. Лескин, А.В. Кочетков, М.А. Сыроежкина и др. // Интернет-журнал «Науковедение». – 2017. – Том 9. – №1.

71. 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.

72. Новиков, А.Н., Современная оценка проблемы безопасности дорожного движения [Текст] / А.Н. Новиков, И.А. Новиков, А.Г. Шевцова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2021. – 108 с.

73. Новиков, И.А. Методология прогнозирования и предупреждения дорожно-транспортных происшествий [Текст]: дис. ...докт. техн. наук: 05.22.10 / Новиков Иван Алексеевич. Орел, 2019. – 305 с.

74. Новиков, И.А. 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. 58-65.

75. Новиков, И.А. Оценка динамики аварийности на дорогах Российской Федерации и меры по её снижению / И.А. Новиков, А.Г. Шевцова, Г.А. Бахарев // Техника и технологии строительства. – 2015. – № 4 (4). – С. 5-10.

76. Организация управления автомобильным транспортом [Текст] / Ю.И. Куликов, И.Н. Пугачев, В.Н. Шпаков, Л.Б. Миротин, В.М. Курганов, Г.Я. Маркелов, Е.В. Кривко; под ред. Канд. техн. Наук, доц. Ю.И. Куликова. – Владивосток: Дальнаука. – 2011. – 400 с.

77. Smeed, R.J. Some statistical aspects of road safety research / R.J. Smeed // Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General). – Vol. 112 (1). – 35 p.

78. Капский, Д.В. Метод конфликтных зон прогнозирования аварийности: разработка и совершенствование / Д.В. Капский, А.И. Рябчинский // Вестник МАДИ, вып. 1 (44). – 2016. – с. 107-113.

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

80. Чванов, В.В. Влияние социально-экономических факторов и развития дорожной сети на безопасность движения / В.В. Чванов // Наука и техника в дорожной отрасли. – М.: Изд-во «Дороги». – 2005. – № 3. – С. 34-38.

81. Кравченко, П.А. Кардинальное совершенствование законодательного обеспечения деятельности по предупреждению причин возникновения ДТП в России / П.А. Кравченко, В.А. Федоров // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. – 2013. – № 1(44). – С. 8-13.

82. Якунина, Н.В. Методика подбора водителей с учётом психофизиологических особенностей по видам выполняемой транспортной работы / Н.В. Якунина, О.Е. Янучкова, Н.Н. Якунин // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 3-1 (78). – С. 85-95.

83. Чубуков, А.Б. Применение прикладных математических методов для анализа аварийности в регионах / А.Б. Чубуков, В.Т. Капитанов, О.Ю. Моница // МАДИ. – 2013. – 81 с.

84. Шевцова, А.Г. Математический анализ определенных показателей безопасности дорожного движения в Российской Федерации / А.Г. Шевцова // Вестник СибАДИ. – 2021. – Т. 18. – № 6 (82). – С. 700-711.

85. Капский, Д.В. Прогнозирование аварийности по потенциальной опасности: направления совершенствования / Д.В. Капский // Вестник Полоцкого государственного университета. – 2012. – С. 67-74.

86. Блинкин, М.Я. Институциональные новации и математические модели Рубена Смида в свете современных российских транспортных реалий / М.Я. Блинкин, Е.М. Решетова // Городские исследования и практики. – 2019. – Т. 4. – № 1. – С. 43 – 63.

87. Khattak, A.J. Modeling traffic incident duration using quantile regression /A.J. Khattak, J. Liu, B. Wali, X. Li, M. Ng // Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board 2554(1). –2016. – 2554: pp. 139-148.

88. Khattak, A.J. A simple time sequential procedure for predicting freeway incident duration / A.J. Khattak, J.L. Schofer, M-H Wang // IVHS Journal. – 1994. – 45 p.

89. Garib, A. Estimating Magnitude and duration of Incident delays / A. Garib, A.E. Radwan, H. AlDeek // Journal of transportation engineering-asce asce-amer soc civil engineers. – 1997. –123(6). – pp: 459–466.

90. Peeta S., Ramos J.L., Gedela S. (2000) Providing Real-Time Traffic Advisory and Route Guidance to Manage Borman Incidents On-Line Using the Hoosier Helper /S. Peeta, J.L. Ramos, S. Gedela // Publication FHWA/IN/JTRP-2000/15. Joint Transportation Research Program, Indiana Department of Transportation and Purdue University, Indiana, 2000. - 106 p.

91. Pechatnova E., Kuznetsov V., Safronov K. Fuzzy modeling of the road traffic hazard level MATEC Web of Conferences 341. – 00023 (2021). – 5 p.

92. Weng J., Qiao W., Qu X., Yan X. (2015) Cluster-based lognormal distribution model for accident duration. *Transportmetrica A Transp Sci* 11(4):345–363.

93. Зикратова, Т.В. Применение нейронной сети для обнаружения аварийно-опасных ситуаций на дорогах / Т.В. Зикратова, И.А. Зикратов // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2020. – Т.20. – № 2. – С. 301–305.

94. Zhang A., Meng F., Gong W., Zeng Y., Yang L., Yuan D. Clearance time prediction of traffic accidents: A case study in Shandong, China *Australasian Journal of Disaster and Trauma Studies Special Issue on Information Systems*. – Volume 26. – 2022. – pp. 185-194.

95. Chaleb O.L., Sedyono E., Iriani A. Forecasting the case of traffic accidents through the geographic information system (GIS) application method with double exponential smoothing and analytical hierarchy process (AHP) in city of Jayapura-papua // *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. – 2016. – Vol.83. No.3. – p. 360-367.

96. Rose Yu, Yaguang Li, Cyrus Shahabi, Ugur Demiryurek, Yan Liu Deep learning: a generic approach for extreme condition traffic forecasting / *Proceedings of the 2017 SIAM International Conference on Data Mining*. – pp.777-785.

97. Зырянов, В.В. Повышение качества прогнозирования объемов перевозок с использованием нейронных сетей / В.В. Зырянов, Е.Ю. Семчугова, М.Р. Караева, А.А. Костенко // *Мир транспорта и технологических машин*. – 2024. – № 1-3 (84). – С. 27-34.

98. Zhang Z., Wang Y., Wushour S. Traffic accident prediction based on LSTM-GBRT Model / *Journal of control science and engineering*. – Volume 2020. – 10 p.

99. Zhou Z., Wang Y., Xie X., Chen L., Liu H. RiskOracle: A Minute-level Citywide Traffic Accident Forecasting Framework / *Conference Paper*. 2019. – 9 p.

100. Khasnabis S., Lyoo S. Use of time series analysis to forecast truck accidents / *Transportation research record*. – pp. 30-36.

101. Chen C. Analysis and forecast of traffic accident big data / ITM Web of conferences 12. – 04029 (2017). – 6 p.
102. Ling T., Cheng J. Research on traffic accident forecasting based on gray / Model 4th International conference on computer, Mechatronics, Control and electronic engineering (ICCMCEE 2015). – pp. 71-74.
103. Al-Zyood M. Forecast car accident in Saudi Arabia with ARIMA Models / International journal of soft computing and engineering (IJSCE). – Volume-7 Issue-3. – 2017. – pp. 30-33.
104. Li Kuang, Han Yan, Yujia Zhu, Shenmei Tu & Xiaoliang Fan (2019) Predicting duration of traffic accidents based on cost-sensitive Bayesian network and weighted K-nearest neighbor. – Journal of intelligent transportation systems, 23:2. – pp. 161-174.
105. Шевцова, А.Г. Методология управления городскими транспортными потоками на основе обеспечения безопасности дорожного движения / Дис... докт. техн. наук. спец. 2.9.5. Орел. – 2022. – 305 с.
106. Кравченко, Л.А. Повышение безопасности движения методами регулирования скоростного режима автомобилей / Автореф. дис... канд. техн. наук. спец. 05.22.10. Москва. – 2003. – 28 с.
107. Григорьева, Т.Ю. Повышение надёжности транспортных человеко-машинных систем управления на примере городских автобусов / Дис... канд. техн. наук. спец. 05.22.10. Москва – 2006. – 141 с.
108. Шашина, Е.В. Методика и результаты оценки надёжности водителя автобуса / Е.В. Шашина//Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2014. – № 2 (2). – 14 с.
109. Головин, О.К. Оперативное прогнозирование рисков возникновения дорожно-транспортных происшествий на основе нейросетевого анализа больших данных [Текст] / О.К. Головин, Е.В. Сидорова // VI Международная конференция и молодёжная школа «Информационные технологии и нанотехнологии». – 2020. – С. 212-219.

110. Федоров, Д.С. Оценка профессиональной пригодности водителя грузового автотранспорта (в аспекте междугородных перевозок) [Текст] автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.22.10 / Федоров Дмитрий Сергеевич. – Волгоград, 2013. – 15 с.

111. Курганов, В.М. Психология управления. Автотранспортная психология [Текст] / В.М. Курганов; под ред. А. Ф. Шикуну. – Москва: Приор-издат. – 2004. – 139 с.

112. Якупов, А.М. Формирование транспортной культуры школьников [Текст] автореф. ... дис. докт. пед. наук. – Магнитогорск: 2009. – 44 с.

113. Кравченко, П. А. Терминологический и алгоритмический аспекты в проблеме обеспечения нулевой смертности на дорогах России / П. А. Кравченко, С. В. Жанказиев, Е.М. Олещенко // Транспорт Российской Федерации. – 2020. – № 2 (87). – С. 3-6.

114. 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.

115. Трофименко, Ю.В. Влияние человеческого фактора на обеспечение безопасности дорожного движения / Ю. В. Трофименко, Е. В. Шашина // Безопасность жизнедеятельности. – 2016. – № 1(181). – С. 24-27.

116. Трофименко, Ю.В. Методические подходы к обеспечению транспортной безопасности в России и странах Европейского союза / Ю. В. Трофименко // Транспорт Российской Федерации. – 2011. – №6(37). – С. 24–29.

117. Рекомендации по управлению мобильностью / под научной редакцией д.т.н. профессора Ю.В. Трофименко. – СПб.: Издательско-полиграфическая компания «КОСТА». – 2020. – 120 с.

118. Saake S., Lahne J., Matthies E. Betriebliche Mobilitätsmanagementmaßnahmen – ein Anstoß für Veränderungen in Mobilitätsverhalten und -einstellungen Mitarbeitender? – June 2021.

119. Weyer J., Hoffmann S. Mit dem rad oder mit dem auto zur uni? Ein soziologisches modell zur erklärung des mobilitätsverhaltens // Soziologisches Arbeitspapier Nr. 62/2023. – 30 p.

120. Reutter, U., Mechtild Stiewe n Mobilitätsmanagement – in Deutschland angekommen / Informationen zur Raumentwicklung n Heft 1/2019. – p. 25/

121. Baehler D., Rérat P. Between ecological convictions and practical considerations – profiles and motivations of residents in car-free housing developments in Germany and Switzerland. - geographica and helvetica 75, 2020. - pp. 169–181.

122. Rohs M., Flore G. Nachhaltige Mobilität in der Stadt für Morgen: Roadmaps 2030/2045 und ihre Wirkungen. - Umweltbundesamt. – 2022. – 48 p.

123. Heimlich S., Haendschke S. Mobilität gestalten, Stillstand verhindern Analysen, Praxisberichte und Aktuelles zum betrieblichen Mobilitätsmanagement in Deutschland. – 2016. – 33 p.

124. Rabe S. Das Verkehrssicherheitsprogramm Nordrhein-Westfalen 2020. – 101 p.

125. Kollosche I., Schwedes O. Mobilität im wandel transformationen und entwicklungen im personenverkehr. -Wiso diskurs. – 14/2016. – 36 p.

126. Mobilität erfahren. Der ADAC Schulwegratgeber. – ADAC Schulwegratgeber – 24 p.

127. Амбарцумян, В.В. Безопасность дорожного движения [Текст] / В. В. Амбарцумян, В. Н. Бабанин, О. П. Гуджоян, А. В. Петридис // Москва: Машиностроение, 1997. – 287 с.

128. Iliina, I.E. Conceptual foundations of the theory of road safety / I.E. Iliina // MATEC Web Conf. The VII International Scientific and Practical Conference “Information Technologies and Management of Transport Systems” (ITMTS 2021) Volume341, 2021 Published online: 21 July 2021

129. Ильина, И.Е. Теория безопасности дорожного движения / И.Е. Ильина // Прогрессивные технологии в транспортных системах. XVI

международная научно-практическая конференция. Оренбург: ОГУ, 2021. – С. 245-252.

130. Басков, В. Н. Количественная и качественная оценка надёжности водителя / В.Н. Басков, А.В. Игнатов // XIV международная научно-техническая конференция: Совершенствование автотранспортных систем и сервисных технологий. – 2018. – С. 49-53.

131. Клинковштейн, Г.И. Организация дорожного движения [Текст] / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. – М: Транспорт. – 2001. – 247 с.

132. Иванов, В.Н. Наука управления автомобилем [Текст] / В. Н. Иванов. – Москва: Транспорт, 1990. – 223 с.

133. Ильина, И.Е. Методика экспериментальных исследований надёжности кандидатов в водители / И.Е. Ильина, В.В. Лянденбургский, С.А. Пылайкин, С.А. Евстратова // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – № 2 (21).

134. Кравченко, П.А. Системность, компетентность, ответственность - ключевые факторы обеспечения безопасности дорожного движения в России / П.А. Кравченко, Е.М. Олещенко // Транспорт Российской Федерации. – 2016. – № 4 (65). – С. 22-27.

135. Якунин, И.Н. Функциональная модель обеспечения безопасности дорожного движения автотранспортного предприятия с учётом высоких температур окружающей среды / И.Н. Якунин, А.П. Фот, Н.Н. Якунин, А.Ф. Фаттахова // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2022. – Т. 19. – № 2 (84). – С. 278-288.

136. Ильина, И.Е. Оценка надёжности водителей автотранспортных средств / А.С. Ширшиков, И.Е. Ильина // Приднепровский научный вестник. – 2019. – Т. 3. № 5. – С. 20-22.

137. Клебельсберг, Д. Транспортная психология: Пер. с нем. / Под ред. В.Б. Мазуркевича. – М.: Транспорт, 1989. – 367 с.

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

139. Лучшие европейские практики в области профилактики безопасности дорожного движения [Текст] / г. Москва, 2018 г. – 32 с.

140. Бакланова, К. В. Организация безопасного дорожного движения потока автомобилей с различными скоростями вне населённых пунктов [Текст]: автореф дис... канд. техн. наук. спец. 2.9.5. Оренбург – 2024. – 20 с.

141. Аксенов, В.А. технико-экономическое обоснование мероприятий, повышающих безопасность движения [Текст] / В.А. Аксенов. – Москва: ВНИИБД, 1974. – 112 с.

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

143. Подласый, И.П. Педагогика [Текст] / И.П. Подласый. – М.: Высшее образование, 2006. – 540 с.

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

145. Железнов, Е. И. Влияние стажа и возраста водителя на безопасное управление автомобилем / Е.И. Железнов, Е.В. Казьмина // Известия ВолгГТУ. – Том: 5. - №2(89). – 2012. – С. 64-66.

146. Ильина, И.Е. Влияние элементов системы человек – автомобиль – дорога – среда на достижение прогнозного показателя социального риска на примере Пензенского региона / И.Е. Ильина // Исследование проблем обеспечения эффективности и качества работы автомобильного транспорта. – Омск: СибАДИ, 2021. – С. 36-42.

147. Ильина, И.Е. Оценка влияния социальных факторов на достижение показателя социального риска в 2020 и последующие годы на примере Пензенского региона Российской Федерации / И.Е. Ильина // Исследование проблем обеспечения эффективности и качества работы автомобильного транспорта. – Омск: СибАДИ. – 2021. – С. 43-49.

148. Приказ Министерства регионального развития РФ «Об утверждении методики оценки качества городской среды проживания» от 9 сентября 2013 года N 371 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/499077345> – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

149. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ «Об утверждении Методики определения индекса качества городской среды муниципальных образований Российской Федерации» от 31 октября 2017 года N 1494/пр [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/555650494> – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

150. Гмурман, В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: Учеб. пособие для студентов вузов / В. Е. Гмурман. – 9-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2004. – 404 с.

151. Ильина, И.Е. ПДД. Необходимое и достаточное условие обеспечения безопасности дорожного движения / И.Е. Ильина // VII Международная научно-практическая конференция «Перспективы развития транспортного комплекса». – Белоруссия, БелНИИТ «Транстехника», 2022. – С. 190-198.

152. Ильина, И.Е. Тренажёр для обучения курсантов вождению автомобиля и контроля корректирующих действий инструктора / В.В. Лянденбургский, Ю.В. Родионов, С.А. Пылайкин, Г.И. Шаронов, И.Е. Ильина / Патент RU 152219 U1. – Заявка №2014129197/11 от 15.07.2014. – Решение о выдаче патента 10.05.2015.

153. Ilina, I.E. Modeling of accident rates involving trucks in order to improve road safety in the Russian Federation / I.E. Ilina // E3S Web Conf. Volume 281, 2021 IV International Scientific Conference «Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development» (CATPID-2021 Part 1).

154. Жанказиев, С.В. Концепция методики повышения безопасности дорожного движения за счет предоставления безопасного маршрута

пользователям средств индивидуальной мобильности / С.В. Жанказиев, М.Н. Вражнова, А.А. Пашкова // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 1-1 (80). – С. 43-49.

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

156. Блинкин, М.Я. Безопасность дорожного движения: история вопроса, международный опыт, базовые институты [Текст] / М.Я. Блинкин, Е.М. Решетова; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: Изд. дом Высшей школы экономики. – 2013 – 240 с.

157. Кравченко П.А. Автошколы как инструмент профессионального образования и мотивации молодежи для задач обеспечения безопасности дорожного движения / П.А. Кравченко // «Транспорт Российской Федерации». – № 5 (54). – 2014. – С. 47-52.

158. Дементиенко, В.В. Физические принципы построения систем безопасного мониторинга состояния человека-оператора / Автореф. дис... докт. техн. наук. спец. 01.04.01. Москва – 2010. – 39 с.

159. Крепышева, Н.В. Мониторинг состояния и обеспечения безопасности дорожного движения на региональном уровне / Н.В. Крепышева // Стратегия развития региона 14 (71), 2008. – с. 30 – 37.

160. Ильина, И.Е. Методология стратификации субъектов РФ по состоянию безопасности дорожного движения / И.Е. Ильина, Е.Е. Витвицкий // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 3(78). – С. 76-82.

161. Ильина, И.Е. Аварийность на автомобильном транспорте. Зонирование регионов РФ по категории «стаж управления транспортным средством» / И.Е. Ильина // Свид-во о регистрации базы данных 2021621020. – Заявка №2021620877 от 05.05.2021 – Решение о выдаче свидетельства 20.05.2021.

162. Ильина, И.Е. Аварийность на автомобильном транспорте. Зонирование регионов РФ по категории «возраст водителя-участника ДТП» /

И.Е. Ильина // Свид-во о регистрации базы данных 2021622284. – Заявка №2021622187 от 18.10.2021. – Решение о выдаче свидетельства 26.10.2021.

163. Буреева, Н.Н. Многомерный статистический анализ с использованием ППП «STATISTICA» [Текст] / Н.Н. Буреева. – Нижний Новгород. – 2007. – 112 с.

164. Актуальные вопросы признания иностранного образования и (или) иностранной квалификации [Текст] / Полякова А.О., Ю.О. Сидорова; под ред. В.И. Скоробогатовой. – Москва: РУДН. – 2017 – 57 с.

165. FisPro: Anopensource portables of tware for fuzzy inference e systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.fispro.org/>

166. Al-Haji G. Towards a road safety development index (RSDI) – Development of an International Index to Measure Road Safety Performance. – Sweden, 2005. – 113 p.

167. Жданов, А.А. Автономный искусственный интеллект [Текст] / А.А. Жданов // 2-е изд. М.: Бином. Лаборатория знаний. – 2009 – 359 с.

168. Гаврилов, Э.В. Оценка безопасности движения по методу тестирования / Э.В. Гаврилов, С.М. Михович и др. // Комплексное развитие автомобильного транспорта крупных городов. – М.: Изд. СоюздорНИИ. – 1986. – С. 178–179.

169. Пегин, П.А. Повышение эффективности и безопасности эксплуатации автомобильного транспорта на основе увеличения пропускной способности автомагистралей / Автореф. дис... докт. техн. наук. спец. 05.22.10. Орел – 2011. – 39 с.

170. Ильина, И.Е. Методология подготовки населения к специфическим условиям деятельности с целью повышения безопасности дорожного движения в Российской Федерации / И.Е. Ильина // Депонированная рукопись. – 2020. – №1-В2020.

171. Ильина, И.Е. Анализ аварийности и причины нарушения водителями правил дорожного движения по Пензенской области / И.Е. Ильина,

В.В. Лянденбургский, С.А. Пылайкин, С.А. Евстратова // Интернет-журнал Науковедение. – 2013. – № 1 (14). – С. 68.

172. Ильина, И.Е. Сравнительный количественно-временной анализ отработки "средних нарушений" мужчин и женщин на автотренажёре / И.Е. Ильина, В.В. Лянденбургский, С.А. Пылайкин, С.А. Евстратова // Мир транспорта и технологических машин. – 2015. – № 4 (51). – С. 125-131.

173. Ilina, I.E. Comparative quantitative and temporal analysis of «minor violations» of men and women in car simulator / V.V. Lyandenburskiy, I.E. Ilina, Y.V. Rodionov, S.A. Pylaykin // Contemporary Engineering Sciences. –2015. – Т. 8. – №5-8. С. 335-339.

174. Ильина, И.Е. Количественно-временной анализ «грубых нарушений» сделанных мужчинами и женщинами при обучении на автотренажёре / И.Е. Ильина, В.В. Лянденбургский, С.А. Пылайкин, П.М. Экимов // Интернет-журнал Науковедение. – 2015. – Т. 7. № 5 (30). – С. 138.

175. Ильина, И.Е. Использование автотренажёров в обучении водителей категории «В» / И.Е. Ильина, В.В. Лянденбургский, А.И. Звижинский, С.А. Евстратова // Мир транспорта и технологических машин. – 2013. – № 1 (40). – С. 103-108.

176. Ильина, И.Е. Применение тренажёра ТА-2 для оценки психофизиологических особенностей кандидатов в водители / И.Е. Ильина, Е.С. Куприянова, Д.А. Кротова // Мир транспорта и технологических машин. – 2014. – № 3 (46). – С. 128-135.

177. Ильина, И.Е. Определение согласованности оценок по результатам тестирования водителей / И.Е. Ильина, Е.И. Титова, Д.А. Кротова // Мир транспорта и технологических машин. – 2014. – № 4 (47). – С. 131-138.

178. Ильина, И.Е. Оценка знаний правил безопасного дорожного движения. Тестовые вопросы для учеников 1 – 4 классов / И.Е. Ильина // Свид-во о регистрации базы данных 2022621089. – Заявка № 2022620870 от 25.04.2022. – Решение о выдаче свидетельства 16.05.2022.

179. Ильина, И.Е. Оценка знаний правил безопасного дорожного движения. Тестовые вопросы для учеников 5 – 9 классов / И.Е. Ильина // Свид-во о регистрации базы данных 2022621090. – Заявка № 2022620871 от 25.04.2022. – Решение о выдаче свидетельства 16.05.2022.

180. Куракина, Е.В. Повышение уровня безопасности дорожного движения в системе «участник дорожного движения – транспортное средство – дорога – внешняя среда» / Е.В. Куракина, А.А. Складорова // Вестник СибАДИ. – 2020. – 17 (4). – С. 488-499.

181. Куракина, Е.В. Безопасное поведение водителей автотранспортных средств с целью снижения ДТП (на примере Санкт-Петербурга и Ленинградской области) / Е.В. Куракина // Вестник Тувинского государственного университета. Социальные и гуманитарные науки. – 2014. – № 1 (20). – С. 148-155.

182. Куракина, Е.В. ОБ Эффективности проведения исследований мест концентрации ДТП / Е.В. Куракина // Вестник гражданских инженеров, 2018. – №2(67). – С. 231-237.

183. Куракина, Е.В. Методология обеспечения безопасности дорожного движения по критерию «нулевой смертности» в дорожно-транспортных происшествиях [Текст]: дис...докт техн. наук. – 2022. – 424 с.

184. Жигadlo, А.П. Концепция для разработки требований к персоналу пассажирского автомобильного транспорта, совершенствования подготовки и переподготовки / А.П. Жигadlo, Л.С. Трофимова, С.Е. Бебинов // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 3-5 (82). – С. 118-129.

185. Зеликов, В.А. Повышение безопасности движения путем совершенствования системы подготовки водителей категории "В" / В.А. Зеликов, Г.Н. Климова, Ю.В. Струков, Г.А. Денисов, С.В. Внукова, С.С. Веневитина, В.В. Разгоняева // Грузовик. – 2023. – № 7. – С. 31-35.

186. Ильина, И.Е. Определение потенциальных мест ДТП с целью прогнозирования аварийности с учётом человеческого фактора / И.Е. Ильина // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 3-2 (82). – С. 74-80.

187. Кравченко, П.А. О мерах по совершенствованию региональной системы ОБДД / П.А. Кравченко // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2008. – № 4 (47). – С. 6-7.

188. Cite this work as: ITF (2019), “Road Safety in European Cities: Performance Indicators and Governance Solutions”, International Transport Forum Policy Papers, No. 67, OECD Publishing, Paris. – 69 p.

189. Евтюков, С.А. Влияние факторов на сцепные качества покрытий автомобильных дорог / С.А. Евтюков // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3. – С. 97.

190. Корчагин, В.А. 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.

191. Басков, В.Н. Повышение безопасности эксплуатации автотранспортных средств с учётом показателей надёжности водителя / В.Н. Басков, А.В. Игнатов, А.А. Неволин // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – №3-4(82). – С. 83-90.

192. Дингес, Э.В. Методы планирования и оценки эффективности мероприятий по повышению безопасности дорожного движения [Текст] / Э.В. Дингес. – М.: МАДИ, 2016 – 140 с.

193. Курьянова, О.Е. Повышение безопасности дорожного движения методами совершенствования системы подготовки водителей [Текст] Дис... канд. техн. наук. спец. 05.22.10. Москва, 1998. – 153 с.

194. Постановление Правительства Пензенской области от 16.11.2010 г. № 731-пП Долгосрочная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения, развитие территориальной сети автомобильных дорог и транспортного комплекса Пензенской области на 2011–2014 годы» [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<https://docs.cntd.ru/document/467800458> – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

195. Васильев, В.И. Обеспечение безопасности автотранспортных средств на режимах торможения / Автореф дис... докт. техн. наук. спец. 05.22.10. Тюмень – 2006. – 40 с.

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

197. Кондратьев, В.Д. Модели и методы управления безопасностью дорожного движения [Текст]: Автореферат... докт. техн. наук. спец. 05 13 10. Воронеж – 2008. – 32 с.

198. Korotayev, A.V., Tsirel, S.V. A spectral analysis of world GDP dynamics: Kondratieff waves, Kuznets swings, Juglar and Kitchin cycles in global economic development, and the 2008 – 2009 Economic Crisis. Structure and dynamics. 2010. – Vol.4.1. p. 3-57.

199. Закон Пензенской области «О Программе повышения безопасности дорожного движения в Пензенской области на 2007-2009 годы» Принят Законодательным Собранием Пензенской области 8 ноября 2006 года N 1254-48/3 ЗС [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/949104553> – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

200. Цыганков, Э.С. Профессиональная подготовка водителей [Текст] / Э. С. Цыганков. - Москва: Альдина Эксмо. – 2006. – 332 с.

201. Козлов, Е.В. Психофизиологическое обоснование необходимости совершенствования системы подготовки водителей [Текст]: Автореферат... канд. мед. наук. спец. 05.26.02. – Москва – 2012. – 31 с.

202. Постановление Администрации г. Пензы от 30 января 2020 года N 118 Об утверждении муниципальной программы города Пензы «Формирование законопослушного поведения участников дорожного

движения города Пенза на 2020 - 2024 годы» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/561708580> – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации

203. Плотников, А.М. О текущих результатах деятельности по достижению целевого уровня безопасности дорожного движения в регионах России / А.М. Плотников, С.В. Жанказиев, Д.О. Гурин // Транспорт Российской Федерации. – 2019. – № 5(84). – С. 45-49.

204. Сафронов, Э.А. Особенности реализации проекта безопасности дорожного движения до 2024 года в Омской области / Э.А. Сафронов, К.Э. Сафронов // Вестник СибАДИ. – 2021. – Т. 18, № 1(77). – С. 96-104.

205. Бодров, В. А. Психология и надёжность: человек в системах управления техникой [Текст] / В.А. Бодров, В.Я. Орлов. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН». – 1998. – 288 с.

206. Бегма, И.В. Учёт психофизиологии водителей при проектировании автомобильных дорог [Текст] / И.В. Бегма, Э.В. Гаврилов, Я.А. Калужский // М.: Транспорт. – 1976. – 88 с.

207. Романов, А.Н. Автотранспортная психология [Текст] / А.Н. Романов. – М.: Издательский центр "Академия". – 2002. – 224 с.

208. Ильина, И.Е. Повышение дорожной безопасности и профилактика транспортного травматизма детей школьного возраста (школа №27) г. Пензы [Текст] / И.Е. Ильина. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 128 с.

209. ОДМ 218.6.015–2015 Рекомендации по учёту и анализу дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах Российской Федерации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200120721> – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

210. Решение Комиссии Таможенного союза от 20 сентября 2010 г. N 378 Приложение № 26 Классификатор марок дорожных транспортных средств [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://sudact.ru/law/reshenie-komissii->

tamozhennogo-soiuza-ot-20092010-n\_11/prilozhenie-n-26/ – Судебные и нормативные акты РФ.

211. О системе информационного обеспечения подразделений Госавтоинспекции. Приложение № 1 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902122187/titles/8P40LO> – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

212. Приказ МВД России от 12.08.2022 N 598 «Об организации учёта, сбора и анализа сведений о дорожно-транспортных происшествиях» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/352328974> – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

213. ОК (МК (ИСО 3166) 004-97) 025-2001 Классификатор стран мира (с изменением №30 от 1 мая 2023 г.) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/842501280> – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

214. ОК 033-2013. Общероссийский классификатор территорий муниципальных образований от 14.06.2013 №159-ст [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200106990> – Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

215. Дорохин, С.В. Безопасность на дорогах: проблемы и решения / С.В. Дорохин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Мир транспорта и технологических машин. 2017. – №2(57). – С. 67–73.

216. Володькин, П.П. Причины дорожно-транспортной аварийности. Пути повышения безопасности дорожного движения и методы предупреждения нарушений правил дорожного движения / П.П. Володькин, Е.В. Шохирев, В.А. Лазарев // Автомобильный транспорт Дальнего Востока. – 2023. – № 1. – С. 243-247.

217. Агуреев, И.Е. Подходы к формализации понятия транспортного поведения населения городских агломераций / И.Е. Агуреев, А.В. Ахромешин // Интеллект. Инновации. Инвестиции. - № 2. – 2021. – с. 60-70.

218. Мулеев, Е.Ю. «Транспортное поведение», «подвижность» и «мобильность»: к вопросу концептуализации терминов / Е.Ю. Мулеев // Социологический журнал. – 2015 – Вып. 21, № 3 – С. 8–28.

219. Городское планирование и транспортное поведение в Российской Федерации / Под общ. ред. В.В. Донченко. - М.: КнигИздат. – 2022. – 240 с.

220. Доткулова, А.С. Повышение безопасности дорожного движения на основе оценки поведения водителя / Автореф дис... канд. техн. наук. спец. 05.22.10. Москва – 2022. – 24 с.

221. Лашков, И.Б. Разработка моделей и алгоритмов распределенной системы предупреждения аварийных ситуаций на основе мониторинга водителя / Дис... канд. техн. наук. спец. 05.13.11. С.-Петербург – 2018. – 155с.

222. Федянин, А.А. Индекс развития транспортного комплекса. Аналитический доклад / А.А. Федянин, А.А. Грунин, О.И. Карасев, А.О. Кривцова, Д.А. Михайленко, Т.А. Петрова. – М., 2020 – 116 с.

223. Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 19.04.2024) «О Правилах дорожного движения».

224. Климова, Г.Н. Анализ факторов, влияющих на работоспособность водителей / Климова Г.Н., Зеликов В.А., Денисов Г.А., Струков Ю.В., Разгоняева В.В., Струкова И.Ю. // XVII Международная научно-практическая конференция: Перспективные направления развития автотранспортного комплекса. – Пенза, 2023. – С. 35-38.

**ПРИЛОЖЕНИЯ**

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Акты внедрения (справочное)



**МИНИСТЕРСТВО  
ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ,  
ТРАНСПОРТА И СВЯЗИ  
ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**  
(Минцифры Пензенской области)

ул. Кураева, 36А, г. Пенза, 440000  
тел. (8412) 20-10-00,  
E-mail: ui@obl.penza.net  
http://ui.pnzreg.ru/



Утверждаю

Министр

С.Л. Балакин

от 09.07.2024 № \_\_\_\_\_  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

#### АКТ

внедрения результатов докторского диссертационного исследования  
Ильиной Ирины Евгеньевны

При проведении диссертационного исследования на тему посвященную повышению безопасности дорожного движения с учётом подготовленности водителей к.т.н., доцентом кафедры «Технический сервис машин» ФГБОУ ВО ПГАУ Ильиной И.Е. была получена математическая модель для оценки вероятности возникновения дорожно-транспортных происшествий, связанных с нарушением правил дорожного движения водителями транспортных средств с учётом факторов влияния системы Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда, и осуществлена её верификация.

Модель построенная с учётом статистических данных, определяет, что 73% ДТП с участием механических и немеханических ТС в городской среде возникают в результате нарушений водителями правил дорожного движения, 20% ДТП в городской среде происходят по вине водителей возрастом от 30 до 40 лет, 15% ДТП – с участием легковых автомобилей.

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе: Заместитель Министра цифрового развития, транспорта и связи Пензенской области Е.В. Никишина, Начальник отдела развития инфраструктуры и связи Е.А. Тюрин, Начальник Управления цифровой трансформации Е.А. Кувяткина настоящим актом подтверждаем использование моделей прогноза вероятности дорожно-транспортных происшествий в работе отдела программного сопровождения Ситуационного центра Губернатора Пензенской области.

Председатель комиссии: \_\_\_\_\_ Е.В. Никишина

Члены комиссии \_\_\_\_\_ Е.А. Тюрин  
\_\_\_\_\_ Е.А. Кувяткина

МВД РОССИИ  
УПРАВЛЕНИЕ МИНИСТЕРСТВА ВНУТРЕННИХ ДЕЛ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ  
(УМВД России по Пензенской области)

«УТВЕРЖДАЮ»  
Врио начальника УГИБДД УМВД  
России по Пензенской области  
Д.А. Канайкин  
«26» июня 2024 г.



**АКТ**

внедрения результатов диссертационного исследования  
к.т.н., доцента Ильиной Ирины Евгеньевны

В результате выполнения докторской диссертационной работы на тему посвященную повышению безопасности дорожного движения с учётом подготовленности водителей к.т.н., доцентом кафедры «Технический сервис машин» ФГБОУ ВО Пензенский государственный аграрный университет Ильиной И.Е. подготовлен информационно-аналитический материал, в котором проведен анализ аварийности на автомобильном транспорте по причине нарушения правил дорожного движения водителями транспортных средств на территории Российской Федерации, в том числе в пределах Пензенской области.

В диссертационной работе установлены взаимосвязи между показателями подготовленности водителей и уровнем аварийности. На примере Пензенской области представлено влияния параметров характеризующих подготовленность водителей на показатели безопасности дорожного движения в виде системы уравнений. Подготовленные к.т.н. Ильиной И.Е. информационно-аналитические материалы по вопросам обеспечения безопасности дорожного движения в Пензенской области применены в практической работе Госавтоинспекции УМВД России по Пензенской области.

Комиссия в составе: Моисеева К.В. – начальника отдела организационно-аналитической работы и пропаганды безопасности дорожного движения УГИБДД УМВД России по Пензенской области,

Матюкина А.П. – начальника отделения дорожного надзора отдела надзора УГИБДД УМВД России по Пензенской области, Галкина А.Н. – государственного инспектора дорожного надзора отделения дорожного надзора отдела надзора УГИБДД УМВД России по Пензенской области, подтверждает настоящим актом использование результатов докторской диссертационной работы выполненной на тему посвященную повышению безопасности дорожного движения с учётом подготовленности водителей, направленных на снижение показателей аварийности в г. Пензе и Пензенской области.

Использование научно-методической базы расчетно-аналитического, информационного и программного обеспечения для повышения безопасности дорожного движения, в том числе с учетом показателей подготовленности водителей-участников ДТП, диссертационного исследования к.т.н., доцента Ильиной И.Е. рекомендовано для использования сотрудниками Госавтоинспекции УМВД России по Пензенской области, с целью повышения качества и уровня работы по обеспечению безопасности дорожного движения, а также для направления предложений по формированию показателей снижения смертности в дорожно-транспортных происшествиях (социальный риск).

Председатель комиссии

Члены комиссии



К.В. Моисеев  
А.П. Матюкин  
А.Н. Галкин

«УТВЕРЖДАЮ»



Проректор по учебной работе и цифровой трансформации ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»

А.В. Шатова

«17» 06 2024 г.

### АКТ ВНЕДРЕНИЯ

в учебный процесс результатов докторской диссертационной работы  
к.т.н., доцента Ильиной Ирины Евгеньевны

Комиссия в составе: декана инженерного факультета к.т.н., доцента А.В. Поликанова, заведующего кафедрой «Технический сервис машин» д.т.н., профессора К.З. Кухмазова, председателя методической комиссии к.т.н., доцента А.С. Иванова настоящим актом подтверждает внедрение результатов докторской диссертационной работы посвященной повышению безопасности дорожного движения с учетом подготовленности водителей разных целевых групп к.т.н., доцента кафедры «Технический сервис машин» Ильиной И.Е. в учебный процесс ФГБОУ ВО ПГАУ.

В учебном процессе направления подготовки 23.03.03, 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», 35.03.06 «Агроинженерия» в рамках дисциплин «Техническая эксплуатация автомобильного транспорта», «Организация автомобильных перевозок и безопасность движения», «Перевозка опасных грузов автомобильным транспортом», «Основы безопасного вождения и правила дорожного движения» используются следующие разработки:

1) База данных. Уровень безопасности дорожного движения в регионах РФ. Зонирование по виду транспортного средства / И.Е. Ильина // Свидетельство о регистрации базы данных 2024620516. – Заявка № 2024620253 от 26.01.2024. – Решение о выдаче свидетельства 01.02.2024.

2) База данных. Безопасность дорожного движения. Комплект раздаточного материала для населения различного социально-правового статуса / И.Е. Ильина // Свидетельство о регистрации базы данных 2023621581. – Заявка № 2023621321 от 11.05.2023. – Решение о выдаче свидетельства 18.05.2023.

3) База данных. Аварийность на автомобильном транспорте. Зонирование регионов РФ по категории «стаж управления транспортным средством» / И.Е. Ильина // Свидетельство о регистрации базы данных 2021621020. – Заявка №2021620877 от 05.05.2021 – Решение о выдаче свидетельства 20.05.2021.

4) База данных. Аварийность на автомобильном транспорте. Зонирование регионов РФ по категории «возраст водителя-участника ДТП» / И.Е. Ильина // Свидетельство о регистрации базы данных 2021622284. – Заявка №2021622187 от 18.10.2021. – Решение о выдаче свидетельства 26.10.2021.

Использование результатов научных исследований посвященных повышению безопасности дорожного движения с учётом подготовленности водителей разных целевых групп доцента, кандидата технических наук Ильиной Ирины Евгеньевны в учебном процессе обсуждено на заседании кафедры «Технический сервис машин» инженерного факультета ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» протокол от 11 июня 2024 года.

Декан инженерного факультета

Заведующий кафедрой «Технический сервис машин»

Председатель методической комиссии

...А.В. Поликанов

...К.З. Кухмазов

...А.С. Иванов

УТВЕРЖДАЮ  
 Первый проректор-директор ИАиС  
 ФГБОУ ВО «Волгоградский  
 государственный технический университет»  
 Душко О.В.  
 2024 г.



### АКТ

#### о внедрении результатов научно-исследовательской работы

Мы, представители ВолгГТУ, настоящим актом подтверждаем, что результаты научно-исследовательской работы в рамках докторской диссертации на тему, посвященную разработке методологии обеспечения безопасности дорожного движения с учётом подготовленности водителей, выполненную кандидатом технических наук, доцентом кафедры «Технический сервис машин» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет» Ильиной Ириной Евгеньевной (консультант д.т.н., профессор кафедры «Организация перевозок и безопасность движения» ФГБОУ ВО СибАДИ Витвицкий Е.Е.) рекомендованы и использованы в учебном процессе ВолгГТУ при подготовке бакалавров, магистров, специалистов и аспирантов по направлениям подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», 23.03.03 и 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», 23.03.01 и 23.04.01 «Технология транспортных процессов», 23.06.01 «Техника и технологии наземного транспорта».

Результаты диссертационной работы к.т.н., доцента Ильиной Ирины Евгеньевны для учебного процесса изложены в следующих изданиях:

1. Ильина, И.Е. Подготовка водителей к управлению автомобилем. Обучение управлению автомобилем водителей с ограниченными возможностями: монография / И.Е. Ильина. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 164 с.
2. Ильина, И.Е. Исследования возможности применения психофизиологических тренажеров при подготовке водителей: монография / И.Е. Ильина. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 132 с.
3. Ильина, И.Е. Повышение дорожной безопасности и профилактика транспортного травматизма детей школьного возраста (школа №27) г. Пензы: монография / И.Е. Ильина. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 128 с.
4. Ильина, И.Е. Безопасность пассажира как участника дорожного движения: монография / И.Е. Ильина. – Пенза: ПГУАС, 2018. – 160 с.
5. Ильина, И.Е. Проблема качества подготовки курсантов в автошколе: монография / И.Е. Ильина. – Пенза: ПГУАС, 2019. – 148 с.
6. Ильина И.Е. Оптимизация парковочного пространства как инструмент урбанизации: монография / И.Е. Ильина, Е.Ю. Горшенина, Д.А. Красникова – Пенза, 2019. – Пенза: ПГУАС, 2019. – 160 с.

Результаты диссертационного исследования, посвященные разработке методологии обеспечения безопасности дорожного движения с учётом подготовленности водителей к.т.н., доцента Ильиной И.Е. отражены в следующих работах:

1. Ильина, И.Е. Применение автотренажёров при обучении водителей категории «В»: монография / И.Е. Ильина, В.В. Лянденбургский, С.А. Пылайкин. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 220 с.

2. Ильина, И.Е. Дорожная и психофизиологическая экспертиза дорожно-транспортных происшествий. Дорожная экспертиза: Учебное пособие / И.Е. Ильина, Р.Ю. Пучков / Пенза: ПГУАС, 2015. – 152 с.

Председатель комиссии:

Декан факультета автомобильного транспорта,  
заведующий кафедрой «Автомобильные перевозки»,  
к.т.н., доцент



С.А. Ширяев

Члены комиссии:

Доцент кафедры «Автомобильные перевозки»,  
к.т.н., доцент



Т.Ю. Комаров

Заведующий кафедрой  
«Строительство и эксплуатация  
транспортных сооружений», д.т.н., профессор



С.В. Алексиков

Доцент кафедры «Автомобильные перевозки»,  
к.т.н., доцент



С.В. Ганзин

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор,  
Проректор по учебной работе  
Суркова Е.В.

«04» 07 2024 г.

### АКТ ВНЕДРЕНИЯ

в учебный процесс результатов докторской диссертационной работы  
к.т.н., доцента Ильиной Ирины Евгеньевны,  
доцента ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»

Комиссия в составе Обшивалкина М.Ю. – декана машиностроительного факультета, заведующего кафедрой «Автомобили» кандидата технических наук, доцента; Паули Н.В. – кандидата технических наук, доцента кафедры «Автомобили»; Евстигнеева А.Д. – председателя НМС машиностроительного факультета, кандидата технических наук, доцента, настоящим актом подтверждает внедрение результатов докторской диссертационной работы выполненной кандидатом технических наук, доцентом Ильиной И.Е., посвященной разработке концепции и методологии обеспечения безопасности дорожного движения с учётом подготовленности водителей, в учебный процесс кафедры «Автомобили» для преподавания специальных дисциплин по направлениям подготовки 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», 23.03.01 «Технология транспортных процессов».

Результаты докторской диссертационной работы к.т.н., доцента Ильиной Ирины Евгеньевны для учебного процесса изложены в следующих изданиях:

1. Ильина, И.Е. Подготовка водителей к управлению автомобилем. Обучение управлению автомобилем водителей с ограниченными возможностями: монография / И.Е. Ильина. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 164 с.
2. Ильина, И.Е. Применение автотренажёров при обучении водителей категории «В»: монография / И.Е. Ильина, В.В. Лянденбургский, С.А. Пылайкин. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 220 с.
3. Ильина, И.Е. Исследования возможности применения психофизиологических тренажёров при подготовке водителей: монография /

И.Е. Ильина. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 132 с.

4. Ильина, И.Е. Дорожная и психофизиологическая экспертиза дорожно-транспортных происшествий. Дорожная экспертиза: Учебное пособие / И.Е. Ильина, Р.Ю. Пучков / Пенза: ПГУАС, 2015. – 152 с.

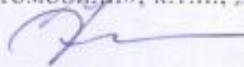
5. Ильина, И.Е. Нормативно-правовые акты в области безопасности дорожного движения: учеб. Пособие / Э.Р. Домке, И.Е. Ильина // Пенза: ПГУАС, 2017. – 236 с.

6. Ильина, И.Е. Проблема качества подготовки курсантов в автошколе: монография / И.Е. Ильина. – Пенза: ПГУАС, 2019. – 148 с.

Использование результатов докторской диссертационной работы Ильиной Ирины Евгеньевны, доцента, кандидата технических наук, посвященной разработке концепция и методология обеспечения безопасности дорожного движения с учётом подготовленности водителей для внедрения в учебный процесс обсуждено на заседании кафедры «Автомобили» машиностроительного факультета ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» 20 июня 2024 г., протокол № 10.

Члены комиссии:

Декан машиностроительного факультета,  
Заведующий кафедрой «Автомобили», к.т.н., доцент



М.Ю. Обшивалкин

Доцент кафедры «Автомобили», к.т.н., доцент



Н.В. Паули

Председатель научно-методического совета машиностроительного факультета, к.т.н., доцент



А.Д. Евстигнеев

Утверждаю

Начальник ПОУ Пензенская автошкола

ДОСААФ России

А.А.Князькина



### АКТ

**о внедрении результатов научных исследований на тему повышения безопасности дорожного движения с учётом подготовленности водителей, выполненных в диссертационной работе И.Е. Ильиной**

Профессиональное образовательное учреждение Пензенская автомобильная школа Общероссийской общественно-государственной организации «Добровольное общество содействия армии, авиации и флоту России» при организации и осуществлении профессиональной подготовки водителей транспортных средств категорий «А», «В», «С», «Д», «Е» использовало результаты научных исследований к.т.н., доцента кафедры «Технический сервис машин» ФГБОУ ВО Пензенский государственный аграрный университет И.Е. Ильиной:

- методические рекомендации по организации образовательного процесса по профессиональной подготовке водителей транспортных средств;
- обучающие материалы для подготовки водителей транспортных средств;
- материалы для проведения промежуточной и итоговой аттестации обучающихся.

Комиссия в составе: Абрамова А.В. - заместитель начальника по учебно-производственной части, Клейн Д.А. - начальника гаража, Нерусина П.А. - преподавателя общетехнических дисциплин, Гришанина Д.А. - мастера производственного обучения настоящим актом подтверждает, что применение результатов докторской диссертационной работы, выполненной на тему повышения безопасности дорожного движения с учётом подготовленности водителей И.Е. Ильиной позволило:

– осуществлять подготовку с учетом психофизиологических показателей обучаемого;

– осуществлять подготовку с учетом объективных и субъективных характеристик среды;

– повысить качество подготовки, заключающееся в развитии знаний, умений и навыков необходимых для осуществления профессиональной деятельности водителя транспортного средства.

Эффективность подготовки оценивалась по критериям:

– реакция обучающихся (эмоциональная составляющая удовлетворения процессом подготовки) – 98%;

– подготовка (приобретенные знания и навыки) – 83%;

– поведение (изменение рабочего поведения обучающихся после прохождения подготовки) – 78%;

– результаты (эффект, который оказывает разработанная методика подготовки на достижение целей организации) – 92%.

Научно-методическая база диссертационного исследования к.т.н., доцента Ильиной И.Е. рекомендована для использования преподавателями профессионального образовательного учреждения Пензенской автомобильной школы Общероссийской общественно-государственной организации «Добровольное общество содействия армии, авиации и флоту России» для повышения качества подготовки водителей, в том числе с учетом показателей подготовленности, с целью повышения безопасности дорожного движения.

Заместитель начальника  
по учебно-производственной части

Начальник гаража

Преподаватель общетехнических дисциплин

Мастер производственного обучения

 А.В. Абрамов  
 Д.А. Клейн  
 П.А. Нерусин  
 Д.А. Гришанин

9.07.2024г.





123100, Россия, Москва  
Шмитовский проезд, 2/2

+7 (495) 286 57 61  
info@bezdtp.ru  
bezdtp.ru

Ректору Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства»  
Болдыреву С.А.

Исх. №17/03-03 от «17» марта 2022 г.

### Письмо-подтверждение

Настоящее письмо выдано Ильиной Ирине Евгеньевне в том, что она действительно привлекалась в качестве ответственного исполнителя для разработки проектов программ профессионального обучения водителей транспортных средств категорий «А» - мотоциклы, «М» - мопеды, подкатегории «А1» в рамках реализации федерального проекта «Разработка программ профессионального обучения водителей транспортных средств соответствующих категорий и подкатегорий на 2021 г.», Государственным заказчиком которого выступало Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Институт развития профессионального образования», а Исполнителем – Общество с ограниченной ответственностью «Движение без опасности» (ООО «ДБО»).

Результаты независимой экспертизы свидетельствуют о том, что Государственный контракт №110/2021 от «04» августа 2021 г. исполнен на профессиональном уровне, а разработанные в рамках Государственного контракта проекты документов обладают высокой научно-практической значимостью и актуальностью.

Генеральный директор  
ООО «ДБО»



В.В. Мельников

**Филиал ФГУП «СВЯЗЬ-безопасность»  
По Пензенской области**

**АКТ  
СДАЧИ-ПРИЕМКИ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ (ОКАЗАННЫХ УСЛУГ)**

13.03.2014

г. Пенза

№ ВЛ-01/2014-П/32-8-1

**УТВЕРЖДАЮ**  
Начальник филиала  
ФГУП «СВЯЗЬ-безопасность»  
По Пензенской области

В.В. Потапов



**Основание:** Договор подряда № ВЛ-01/2014-П/32-8 от 28.02.2014

Обучение водителей по 20-часовой программе с последующей проверкой знаний  
выполнено в полном объеме.

(наименование вида работ, продукции)

Мы, нижеподписавшиеся, **ИСПОЛНИТЕЛЬ** Ильина  
Ирина Евгеньевна, с одной стороны  
(должность, фамилия, имя, отчество)

и представитель **ЗАКАЗЧИКА** зам. начальника филиала  
Щеглов Валерий Александрович  
(должность, фамилия, имя, отчество)

с другой стороны, составили настоящий акт о том, что первый сдал, а второй принял  
продукцию (материалы) в полном объеме с надлежащим качеством и в срок.

Работу (услуги) сдал: **ИСПОЛНИТЕЛЬ** Ильина И.Е. [подпись] 13.03.2014 г.  
(фамилия, инициалы, подпись) (дата)

Работу (услуги) принял: **ЗАКАЗЧИК** Щеглов В.А. [подпись] 13.03.2014 г.  
(фамилия, инициалы, подпись) (дата)

Окончательная стоимость работ (услуг), подлежащих выплате: 3250 руб. 00 коп.

Три тысячи двести пятьдесят рублей 00 коп.  
(цифрами, прописью)

**Филiaal ФГУП «СВЯЗЬ-безопасность»  
По Пензенской области**

**АКТ  
СДАЧИ-ПРИЕМКИ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ (ОКАЗАННЫХ УСЛУГ)**

25.03.2015

г. Пенза

№ ВЛ-01/2015-П/32-2-1



В.В. Потапов

**Основание:** Договор подряда № ВЛ-01/2015-П/32-2 от 13.03.2015

Обучение водителей по 20-часовой программе с последующей проверкой знаний  
выполнено в полном объеме.

(наименование вида работ, продукции)

Мы, нижеподписавшиеся, **ИСПОЛНИТЕЛЬ** Ильина  
Ирина Евгеньевна, с одной стороны  
(должность, фамилия, имя, отчество)

и представитель **ЗАКАЗЧИКА** зам. начальника филиала  
Щеглов Валерий Александрович  
(должность, фамилия, имя, отчество)

с другой стороны, составили настоящий акт о том, что первый сдал, а второй принял продукцию (материалы) в полном объеме с надлежащим качеством и в срок.

Работу (услуги) сдал: **ИСПОЛНИТЕЛЬ** Ильина И.Е. 25.03.2015 г.  
(фамилия, инициалы, подпись) (дата)

Работу (услуги) принял: **ЗАКАЗЧИК** Щеглов В.А. 25.03.2015 г.  
(фамилия, инициалы, подпись) (дата)

Окончательная стоимость работ (услуг), подлежащих выплате: 4500 руб. 00 коп.

Четыре тысячи пятьсот рублей 00 коп.  
(цифрами, прописью)

**Филиал ФГУП «СВЯЗЬ-безопасность»  
По Пензенской области**

**АКТ  
СДАЧИ-ПРИЕМКИ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ (ОКАЗАННЫХ УСЛУГ)**

25.03.2016

г. Пенза

№ ВЛ-01/2016-П/32-2-1



В.В. Потапов

**Основание:** Договор подряда № ВЛ-01/2016-П/32-2 от 14.03.2016

Обучение водителей по 20-часовой программе с последующей проверкой знаний  
выполнено в полном объеме.

(наименование вида работ, продукции)

Мы, нижеподписавшиеся, **ИСПОЛНИТЕЛЬ** Ильина  
Ирина Евгеньевна, с одной стороны  
(должность, фамилия, имя, отчество)

и представитель **ЗАКАЗЧИКА** зам. начальника филиала  
Щеглов Валерий Александрович  
(должность, фамилия, имя, отчество)

с другой стороны, составили настоящий акт о том, что первый сдал, а второй принял  
продукцию (материалы) в полном объеме с надлежащим качеством и в срок.

Работу (услуги) сдал: **ИСПОЛНИТЕЛЬ** Ильина И.Е. 25.03.2016 г.  
(фамилия, инициалы, подпись) (дата)

Работу (услуги) принял: **ЗАКАЗЧИК** Щеглов В.А. 25.03.2016 г.  
(фамилия, инициалы, подпись) (дата)

Окончательная стоимость работ (услуг), подлежащих выплате: 4500 руб. 00 коп.

Четыре тысячи пятьсот рублей 00 коп.  
(цифрами, прописью)

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

## Объекты интеллектуальной собственности



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о государственной регистрации базы данных

**№ 2021621020**

**Аварийность на автомобильном транспорте.  
Зонирование регионов РФ по категории «стаж  
управления транспортным средством»**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства» (RU)*

Автор(ы): *Ильина Ирина Евгеньевна (RU)*

Заявка № **2021620877**

Дата поступления **05 мая 2021 г.**

Дата государственной регистрации  
в Реестре баз данных **20 мая 2021 г.**



*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Г.П. Ильин*

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2021622284

**Аварийность на автомобильном транспорте.  
Зонирование регионов РФ по категории «возраст  
водителя-участника ДТП»**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства» (RU)*

Автор(ы): *Ильина Ирина Евгеньевна (RU)*

Заявка № 2021622187

Дата поступления 18 октября 2021 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных 26 октября 2021 г.



Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ  
Сертификат 3a82452fbc7331a30944a27080928a118  
Владелец: *Ильин Г.П.*  
Действителен с 18.10.21 по 15.01.2035

Г.П. Ильин

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2022621089

**Оценка знаний правил безопасного дорожного движения. Тестовые вопросы для учеников 1 - 4 классов**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства» (RU)*

Автор(ы): *Ильина Ирина Евгеньевна (RU)*

Заявка № 2022620870

Дата поступления 25 апреля 2022 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных 16 мая 2022 г.



*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ  
Сертификат 68b80077e14c1010a94edbd24145d5c7  
Владелец **Зубов Юрий Сергеевич**  
Действителен с 20.05.2022 по 26.05.2023

*Ю.С. Зубов*

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о государственной регистрации базы данных

**№ 2022621090****Оценка знаний правил безопасного дорожного движения. Тестовые вопросы для учеников 5 - 9 классов**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства» (RU)*

Автор(ы): *Ильина Ирина Евгеньевна (RU)*

Заявка № **2022620871**Дата поступления **25 апреля 2022 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных **16 мая 2022 г.**

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ  
Сертификат 68b80077e14c10f0a94edbd24145d5c7  
Владелец **Зубов Юрий Сергеевич**  
Действителен с 20.05.2022 по 26.05.2023

*Ю.С. Зубов*

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о государственной регистрации базы данных

**№ 2024620516****Уровень безопасности дорожного движения в регионах  
РФ. Зонирование по виду транспортного средства**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Пензенский государственный аграрный университет»  
(RU)*

Авторы: *Ильина Ирина Евгеньевна (RU), Лянденбургский  
Владимир Владимирович (RU)*

Заявка № **2024620253**Дата поступления **26 января 2024 г.**Дата государственной регистрации  
в Реестре баз данных **01 февраля 2024 г.**

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Ю.С. Зубов*

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о государственной регистрации базы данных

**№ 2023621581****Безопасность дорожного движения. Комплект  
раздаточного материала для населения различного  
социально-правового статуса**Правообладатель: *Ильина Ирина Евгеньевна (RU)*Автор(ы): *Ильина Ирина Евгеньевна (RU)*Заявка № **2023621321**Дата поступления **11 мая 2023 г.**Дата государственной регистрации  
в Реестре баз данных **18 мая 2023 г.***Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

Handwritten signature of Yu.S. Zubov in blue ink.

*Ю.С. Зубов*









Таблица П.В.2– Ранжирование регионов РФ по состоянию БДД.  
Показатели «возраст детей водителей транспортных средств»

Федеральный округ/ регион/ край/Республика	Возраст дети-водитель ТС			
	от 16 до 18 лет	от 14 до 16 лет	от 10 до 14 лет	от 0 до 10 лет
1	2	3	4	5
Центральный федеральный округ				
Белгородская область				
Брянская область				
Владимирская область				
Воронежская область				
Ивановская область				
Калужская область				
Костромская область				
Курская область				
Липецкая область				
гор. Москва				
Московская область				
Орловская область				
Рязанская область				
Смоленская область				
Тамбовская область				
Тверская область				
Тульская область				
Ярославская область				
Северо-Западный федеральный округ				
Республика Карелия				
Республика Коми				
Архангельская область				
Вологодская область				
Калининградская область				
Ленинградская область				
гор. Санкт-Петербург				
Мурманская область				
Новгородская область				
Псковская область				
Ненецкий автономный округ				
Южный федеральный округ				
Республика Адыгея				
Республика Калмыкия				
Республика Крым				
Краснодарский край				
Астраханская область				
Волгоградская область				
Ростовская область				
гор. Севастополь				

1	2	3	4	5
Северо-Кавказский федеральный округ				
Республика Дагестан				
Республика Ингушетия				
Кабардино-Балкарская Республика				
Карачаево-Черкесская Республика				
Республика Северная Осетия-Алания				
Чеченская Республика				
Ставропольский край				
Приволжский федеральный округ				
Республика Башкортостан				
Республика Марий Эл				
Республика Мордовия				
Республика Татарстан				
Удмуртская Республика				
Чувашская Республика				
Пермский край				
Кировская область				
Нижегородская область				
Оренбургская область				
Пензенская область				
Самарская область				
Саратовская область				
Ульяновская область				
Уральский федеральный округ				
Курганская область				
Свердловская область				
Тюменская область				
Челябинская область				
Ханты-Мансийский автономный округ				
Ямало-Ненецкий автономный округ				
Сибирский федеральный округ				
Республика Алтай				
Республика Тыва				
Республика Хакасия				
Алтайский край				
Красноярский край				
Иркутская область				
Кемеровская область				
Новосибирская область				
Омская область				
Томская область				

1	2	3	4	5
Дальневосточный федеральный округ				
Республика Бурятия				
Республика Саха (Якутия)				
Забайкальский край				
Приморский край				
Камчатский край				
Хабаровский край				
Амурская область				
Магаданская область				
Сахалинская область				
Еврейская автономная область				
Чукотский автономный округ				

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Математическая обработка данных для факторного анализа кластеризации  
регионов

Таблица П.Г.1 – Матрица А, составленная из Y и X

y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	
i	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
i	0	939504	1164125	70.9	317.6	2795777	30559	15.7	10368	1982	274	2555	9.7	4930153226	4310153226
i	0	1038134	1313886	117.9	310.7	3181285	29421	59.4	8948	3750	0	416772	543345	142.1	336.1
i	0	1176637	1436893	116	314.5	3900758	35707	57.5	4440	4525	0	239466	324839	163.3	287.8
i	0	1433541	1860382	73	322.5	4200071	30752	41.6	13518	3065	0	1138292	1387330	105.3	436.2
i	0	1790940	2178498	71.2	383.1	4313190	39094	22.2	6335	3071	0	7834	14213	31.9	109.5
i	0	1802995	2355107	129.9	306.6	5661848	35673	75.2	35952	7356	0	414673	490042	110.2	380.1
i	0	252425	303268	116.1	316.7	744730	44237	5.1	-4863	865	0	310820	449948	113.5	283.2
i	0	270369	348437	118.9	305.9	825354	33556	2	-7789	981	0	94432	130053	164.4	320.6
i	0	364178	462004	149.5	314.2	1105524	29149	36.8	4283	1652	192	2137	8.2	2480960266	2180960266
i	0	451231	562807	164.5	379.2	1111492	26886	28	2327	1829	239	2506	8.7	2791500000	2431500000
i	0	346852	473484	127.9	286.4	1140327	35693	1.9	-2992	1427	124	1865	6.2	1913000000	1586000000
i	0	416772	543345	142.1	336.1	1141703	32479	47.4	1839	1623	177	2046	8	2304150456	2053000011
i	0	357501	449556	166.7	269.8	1256501	28658	34.6	1023	2094	167	2709	5.8	2382000000	2142000000
i	0	530109	672500	157.9	396.1	1265007	27211	15	654	1998	178	2517	6.6	1558902659	1358902659
i	0	435122	520667	140.2	319.6	1311833	22969	30.1	-4501	1839	204	2525	7.5	2976000000	2736000000
i	0	396213	501142	149.9	266.3	1318558	41459	1.7	-2711	1976	149	2414	5.8	2500000000	2260000000
i	0	425879	540424	169.6	296.2	1362110	25358	46.7	2693	2310	261	3062	7.9	1837578176	1652578176
i	0	557971	784381	147.5	351.1	1472472	28557	57.1	-569	2172	278	2878	8.8	2302125630	2002125630
i	0	462910	603425	139.3	297.9	1504172	25066	35.7	-3166	2095	182	2699	6.3	1918851407	1360000000
i	0	872977	1123635	159.7	431.5	1899293	36883	11.5	679	3032	296	3767	7.3	1805805198	1565805198
i	0	521943	723124	150.5	262.7	1935430	26968	13.7	-12109	2913	172	3695	4.4	2440000000	2000000000
i	0	239466	324839	163.3	287.8	791619	33304	2.2	12	1293	142	1697	7.7	5590000450	5590000450
i	0	333164	410699	144.1	315	1005978	31394	33.7	-1073	1448	163	1855	8.1	4394449570	4394449570
i	0	407254	553943	130.8	327.5	1164079	28334	8	-2074	1523	129	1973	6.1	3414247204	2034247204
i	0	518590	669198	85.5	322.9	1548284	32352	57.1	9212	1323	154	1669	8.4	4677522000	4300000000
i	-1	631601	873849	101.2	344	1669236	53208	3.1	239	1689	164	2325	6.6	3639410000	2558000000
i	0	774580	1029692	106.9	363.8	1959921	24483	15.8	-237	2094	258	2745	8.6	2516000000	2276000000
i	0	788844	1016096	120.3	309.4	2324983	23938	13.8	-4151	2796	252	3584	6.6	3264000000	2994000000
i	0	857393	1083055	133.9	346.7	2326013	32022	44.5	9690	3115	414	3946	9.5	3031847744	2591847744
i	0	634462	862812	137.3	245.6	2394478	26306	3.1	-3275	3287	360	4168	8	3745894660	3505894660
i	0	839781	1061589	129.9	327.3	2431355	22758	23.9	-5684	3159	293	4270	6.4	3508000000	3028000000
i	0	1138292	1387330	105.3	436.2	2499272	24159	22.1	-4684	2632	286	3517	7.5	3820197870	3256156518
i	0	910098	1283841	115	323.9	2605030	30588	16.2	-3763	2995	285	3981	6.7	3624860200	3184860200
i	0	871604	1107457	105.1	275.9	2666055	24886	27.8	-2509	2802	281	3728	7	3441867445	2721867445
i	0	880489	1149007	124.3	294.5	2870140	31739	1.2	-2778	3568	378	4376	8	3501525420	2948525420
i	0	1227304	1444863	175	341.1	3208785	33817	41.8	6430	5617	347	7240	4.6	3996600000	3246600000
i	0	1165226	1490369	123.2	312.1	3471061	25425	39.2	1805	4276	400	5601	6.7	4682530000	4042530000
i	0	523652	705599	134.3	328.9	3740252	48335	2.6	14570	2880	179	3853	4.4	3220000000	2900000000
i	0	1496305	1803393	106	342.6	4044578	30567	28.2	-5506	4289	469	5447	7.9	4307541821	3867541821
i	0	140081	158355	136.8	292.9	446175	30261	519.8	7429	610	18	766	2.3	1576000000	1376000000
i	0	2800011	3441948	76.5	346.3	7645255	47201	173.5	110198	5847	844	6913	10.9	618285500	618285500
i	0	7834	14213	31.9	109.5	49975	83385	0.1	554	16	1	17	5.6	125732500	125732500
i	-1	184856	269802	83.5	317.3	542961	83088	0.7	-1318	453	35	555	5.9	200168105	200168105
i	0	97175	117405	36.3	183.1	502227	16614	139.8	2945	182	58	304	16	472000000	472000000
i	-1	243349	309611	74.6	256.9	867285	21474	69.6	-573	647	123	782	13.6	864000000	864000000
i	0	269315	350678	17.7	170.9	1467838	24138	94.5	-1654	260	125	373	25.1	1624022260	1624022260
i	0	646535	834839	51.5	195.5	3098492	27408	61.9	-6304	1595	351	2248	13.5	1640000000	1360000000
i	0	209535	257038	110.7	409.4	458916	29115	59.4	9814	508	89	632	12.3	762000000	762000000
i	0	221763	287547	98.5	368.7	535215	22689	8.7	-777	527	54	657	7.6	1189989947	1189989947
i	0	250191	360808	116.5	386.9	616060	30854	3.4	-708	718	81	931	8	1008575282	1008575282
i	0	262561	367932	143.3	384.5	627983	25524	11.3	1735	900	96	1205	7.4	887842874.5	887842874.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0	414673	490042	110.2	380.1	1007349	28952	66.9	12969	1110	108	1350	7.4	1471835554	1271835554
1	0	622168	847880	155.6	320.8	1861870	32306	22.4	37881	2898	386	3896	9	296317400	296317400
1	0	55629	83517	196.1	378.1	140692	65357	0.3	-741	276	29	366	7.3	380000000	380000000
1	0	169046	220403	141.9	498.5	313869	52674	0.7	-1568	445	55	585	8.6	666000000	666000000
1	0	164874	206131	128.2	315	488948	59015	5.6	-1057	627	80	823	8.9	702000000	702000000
1	0	259897	337471	104.9	327.8	736483	26064	29.8	-629	773	94	979	8.8	1550942762	1310942762
1	0	267409	334899	125.2	264.4	792851	19748	30.2	-771	993	138	1367	9.2	2912734073	2592734073
1	0	244457	328268	110.1	246.2	938626	27388	18.8	-361	1033	127	1274	9.1	1274653616	1114653616
1	0	247406	325859	82.6	230.9	969503	45458	0.3	-229	800	84	1051	7.4	1317992239	997992239
1	0	283316	387023	113.4	257.2	984605	25268	2.8	1037	1117	132	1495	8.1	1887793701	1655000000
1	0	310820	449948	113.5	283.2	1000658	25794	46.5	816	1136	90	1478	5.7	2232000000	1932000000
1	0	325408	423966	121.6	275.9	1062742	25750	2.5	-5489	1292	242	1625	13	1857059128	1697059128
1	0	328582	430737	68.7	280.3	1078356	28381	3.4	3263	741	106	892	10.6	1930000000	1690000000
1	0	259802	334665	95.8	202.3	1196339	28371	34.2	-37	1146	138	1399	9	2771000000	2571000000
1	0	292439	360702	101.3	225.7	1220606	20162	66.4	-2005	1236	132	1636	7.5	2473270003	1502123803
1	0	381039	474111	103.6	290.9	1234120	23698	33.1	-2395	1278	175	1689	9.4	1981550275	1741550275
1	0	397997	504420	99.5	190	1912220	22364	73.3	8484	1902	280	2488	10.1	1273787322	1113787322
1	0	791778	989065	106.3	291.9	2799408	24366	42.4	11999	2976	396	4017	9	1820986005	1401006005
1	0	40284	54499	136.4	227.9	159109	26602	4.4	-1026	217	28	278	9.2	300056652	300056652
1	0	62349	87017	148.5	192.5	219524	20256	2.4	558	326	42	458	8.4	260000000	260000000
1	0	94432	130053	164.4	320.6	271891	18508	3.6	-1765	447	80	669	10.7	389824953.5	389824953.5
1	-1	98789	126211	121.8	201.8	465546	18821	32.6	-866	567	83	833	9.1	848480000	848480000
1	0	209011	276493	178.2	317.9	598402	26003	10.9	824	1066	82	1349	5.7	810000000	810000000
1	0	192702	254976	119.3	292.7	635326	25285	10.5	-306	758	69	964	6.7	1229809442	1229809442
1	-1	178016	250683	129.3	248.1	679899	20864	29.1	531	879	91	1207	7	1724988432	1724988432
1	-1	223296	295868	122	296.6	698045	24495	87.2	-3780	852	87	1240	6.6	1307000000	1147000000
1	0	298094	400674	132.6	335.7	830934	21304	11.6	-2527	1102	161	1402	10.3	1709959934	1549959934
1	0	293315	376344	126	263.4	1009924	24971	20.5	-7838	1273	85	1706	4.7	1698366344	1458366344
1	0	346060	467413	131.4	314.8	1011357	28154	29.2	-1775	1329	155	1747	8.1	1232664969	1232664969
1	0	364021	504821	134.5	272.9	1267255	23604	10.5	-2781	1704	158	2114	7	1617732502	1377732502

Таблица П.Г.2 – Матрица X<sup>T</sup>X.

81	-6	42632623	54703656	9721.3	24595.9	130613293	2527484	2898	222340	147903	13655	2783399	3340379.8	155414644007.7	136533050225.5
-6	6	-1559907	-2126024	-632.4	-1664.7	-4922972	-221950	-222.3	5767	-5087	-583	-6942	-48.8	-8584046537	-7342636537
42632623	-1559907	39868803892637	50393941678468	4934710252.8	13653624278	1.1619196606512E+14	1347605602033	1795742027	448569446025	123599689215	10136396170	3327868999607	3995099325072.1	8.908222601898E+16	7.7340014859569E+16
54703656	-2126024	50393941678468	63818041451620	6346088074.1	17486588218.1	1.4728278562821E+14	1728711267403	2256417556.6	558866677641	157090701586	12872458545	4277688090359	5128815673202.9	1.14232033844885E+17	9.9159707555822E+16
9721.3	-632.4	4934710252.8	6346088074.1	1254710.75	3018199.32	15008377058.9	299989991.4	325557.52	22043015.4	18234594.3	1648895.9	282054055	335457541.7	19117858962768	16828668256749
24595.9	-1664.7	13653624278	17486588218.1	3018199.32	7794164.51	40703673275	774407423.5	851445.95	76801636.6	46523205.5	4229583.2	879783331.8	1056547206.28	47774639835026	41957139325689
130613293	-4922972	1.1619196606512E+14	1.4728278562821E+14	15008377058.9	40703673275	3.5100130845588E+14	4110982163620	5479027683.2	1287210437315	370512755503	30325022349	10080142590360	12101703961310	2.730839404567E+17	2.374038684807E+17
2527484	-221950	1347605602033	1728711267403	299989991.4	774407423.5	4110982163620	90867488762	83012733	9181353713	4578726211	407888534	92854816883	112805502184.3	4.5674719340392E+15	4.0095677537404E+15
2898	-222.3	1795742027	2256417556.6	325557.52	851445.95	5479027683.2	83012733	417513.74	30426918.5	5680310	521026.4	124689652.2	148409576.18	4989000561803.8	4384501418003.8
222340	5767	448569446025	558866677641	22043015.4	76801636.6	1287210437315	9181353713	30426918.5	16947485394	1156363347	111857227	33845221436	39566717840.4	1.3423994540829E+14	1.3065772229128E+14
147903	-5087	123599689215	157090701586	18234594.3	46523205.5	370512755503	4578726211	5680310	1156363347	424399075	33438030	9976486066	11925754887.8	3.2087540564327E+14	2.7861123892047E+14
13655	-583	10136396170	12872458545	1648895.9	4229583.2	30325022349	407888534	521026.4	111857227	33438030	3825811	42910259	114807.7	33473909616673	29238050430230
2783399	-6942	3327868999607	4277688090359	282054055	879783331.8	10080142590360	92854816883	124689652.2	33845221436	9976486066	42910259	1804814997259	2238879301234.4	4.1657583596729E+14	3.6152561923285E+14
3340379.8	-48.8	3995099325072.1	5128815673202.9	335457541.7	1056547206.28	12101703961310	112805502184.3	148409576.18	39566717840.4	11925754887.8	114807.7	2238879301234.4	2785138856168.1	1223928212835.4	1085830453594.5
155414644007.7	-8584046537	8.908222601898E+16	1.14232033844885E+17	19117858962768	47774639835026	2.730839404567E+17	4.5674719340392E+15	4989000561803.8	1.3423994540829E+14	3.2087540564327E+14	33473909616673	4.1657583596729E+14	1223928212835.4	4.4733717036837E+20	3.9207299103E+20
136533050225.5	-7342636537	7.7340014859569E+16	9.9159707555822E+16	16828668256749	41957139325689	2.374038684807E+17	4.0095677537404E+15	4384501418003.8	1.3065772229128E+14	2.7861123892047E+14	29238050430230	3.6152561923285E+14	1085830453594.5	3.9207299103E+20	3.4699878027751E+20

Таблица П.Г.3 – Матрица соответствия

$\sum n$	$\sum y$	$\sum x_1$	$\sum x_2$	$\sum x_3$	$\sum x_4$	$\sum x_5$	$\sum x_6$	$\sum x_7$	$\sum x_8$	$\sum x_9$	$\sum x_{10}$	$\sum x_{11}$	$\sum x_{12}$	$\sum x_{13}$	$\sum x_{14}$
$\sum y$	$\sum y^2$	$\sum x_1 y$	$\sum x_2 y$	$\sum x_3 y$	$\sum x_4 y$	$\sum x_5 y$	$\sum x_6 y$	$\sum x_7 y$	$\sum x_8 y$	$\sum x_9 y$	$\sum x_{10} y$	$\sum x_{11} y$	$\sum x_{12} y$	$\sum x_{13} y$	$\sum x_{14} y$
$\sum x_1$	$\sum yx_1$	$\sum x_1^2$	$\sum x_2 x_1$	$\sum x_3 x_1$	$\sum x_4 x_1$	$\sum x_5 x_1$	$\sum x_6 x_1$	$\sum x_7 x_1$	$\sum x_8 x_1$	$\sum x_9 x_1$	$\sum x_{10} x_1$	$\sum x_{11} x_1$	$\sum x_{12} x_1$	$\sum x_{13} x_1$	$\sum x_{14} x_1$
$\sum x_2$	$\sum yx_2$	$\sum x_1 x_2$	$\sum x_2^2$	$\sum x_3 x_2$	$\sum x_4 x_2$	$\sum x_5 x_2$	$\sum x_6 x_2$	$\sum x_7 x_2$	$\sum x_8 x_2$	$\sum x_9 x_2$	$\sum x_{10} x_2$	$\sum x_{11} x_2$	$\sum x_{12} x_2$	$\sum x_{13} x_2$	$\sum x_{14} x_2$
$\sum x_3$	$\sum yx_3$	$\sum x_1 x_3$	$\sum x_2 x_3$	$\sum x_3^2$	$\sum x_4 x_3$	$\sum x_5 x_3$	$\sum x_6 x_3$	$\sum x_7 x_3$	$\sum x_8 x_3$	$\sum x_9 x_3$	$\sum x_{10} x_3$	$\sum x_{11} x_3$	$\sum x_{12} x_3$	$\sum x_{13} x_3$	$\sum x_{14} x_3$
$\sum x_4$	$\sum yx_4$	$\sum x_1 x_4$	$\sum x_2 x_4$	$\sum x_3 x_4$	$\sum x_4^2$	$\sum x_5 x_4$	$\sum x_6 x_4$	$\sum x_7 x_4$	$\sum x_8 x_4$	$\sum x_9 x_4$	$\sum x_{10} x_4$	$\sum x_{11} x_4$	$\sum x_{12} x_4$	$\sum x_{13} x_4$	$\sum x_{14} x_4$
$\sum x_5$	$\sum yx_5$	$\sum x_1 x_5$	$\sum x_2 x_5$	$\sum x_3 x_5$	$\sum x_4 x_5$	$\sum x_5^2$	$\sum x_6 x_5$	$\sum x_7 x_5$	$\sum x_8 x_5$	$\sum x_9 x_5$	$\sum x_{10} x_5$	$\sum x_{11} x_5$	$\sum x_{12} x_5$	$\sum x_{13} x_5$	$\sum x_{14} x_5$
$\sum x_6$	$\sum yx_6$	$\sum x_1 x_6$	$\sum x_2 x_6$	$\sum x_3 x_6$	$\sum x_4 x_6$	$\sum x_5 x_6$	$\sum x_6^2$	$\sum x_7 x_6$	$\sum x_8 x_6$	$\sum x_9 x_6$	$\sum x_{10} x_6$	$\sum x_{11} x_6$	$\sum x_{12} x_6$	$\sum x_{13} x_6$	$\sum x_{14} x_6$
$\sum x_7$	$\sum yx_7$	$\sum x_1 x_7$	$\sum x_2 x_7$	$\sum x_3 x_7$	$\sum x_4 x_7$	$\sum x_5 x_7$	$\sum x_6 x_7$	$\sum x_7^2$	$\sum x_8 x_7$	$\sum x_9 x_7$	$\sum x_{10} x_7$	$\sum x_{11} x_7$	$\sum x_{12} x_7$	$\sum x_{13} x_7$	$\sum x_{14} x_7$
$\sum x_8$	$\sum yx_8$	$\sum x_1 x_8$	$\sum x_2 x_8$	$\sum x_3 x_8$	$\sum x_4 x_8$	$\sum x_5 x_8$	$\sum x_6 x_8$	$\sum x_7 x_8$	$\sum x_8^2$	$\sum x_9 x_8$	$\sum x_{10} x_8$	$\sum x_{11} x_8$	$\sum x_{12} x_8$	$\sum x_{13} x_8$	$\sum x_{14} x_8$
$\sum x_9$	$\sum yx_9$	$\sum x_1 x_9$	$\sum x_2 x_9$	$\sum x_3 x_9$	$\sum x_4 x_9$	$\sum x_5 x_9$	$\sum x_6 x_9$	$\sum x_7 x_9$	$\sum x_8 x_9$	$\sum x_9^2$	$\sum x_{10} x_9$	$\sum x_{11} x_9$	$\sum x_{12} x_9$	$\sum x_{13} x_9$	$\sum x_{14} x_9$
$\sum x_{10}$	$\sum yx_{10}$	$\sum x_1 x_{10}$	$\sum x_2 x_{10}$	$\sum x_3 x_{10}$	$\sum x_4 x_{10}$	$\sum x_5 x_{10}$	$\sum x_6 x_{10}$	$\sum x_7 x_{10}$	$\sum x_8 x_{10}$	$\sum x_9 x_{10}$	$\sum x_{10}^2$	$\sum x_{11} x_{10}$	$\sum x_{12} x_{10}$	$\sum x_{13} x_{10}$	$\sum x_{14} x_{10}$
$\sum x_{11}$	$\sum yx_{11}$	$\sum x_1 x_{11}$	$\sum x_2 x_{11}$	$\sum x_3 x_{11}$	$\sum x_4 x_{11}$	$\sum x_5 x_{11}$	$\sum x_6 x_{11}$	$\sum x_7 x_{11}$	$\sum x_8 x_{11}$	$\sum x_9 x_{11}$	$\sum x_{10} x_{11}$	$\sum x_{11}^2$	$\sum x_{12} x_{11}$	$\sum x_{13} x_{11}$	$\sum x_{14} x_{11}$
$\sum x_{12}$	$\sum yx_{12}$	$\sum x_1 x_{12}$	$\sum x_2 x_{12}$	$\sum x_3 x_{12}$	$\sum x_4 x_{12}$	$\sum x_5 x_{12}$	$\sum x_6 x_{12}$	$\sum x_7 x_{12}$	$\sum x_8 x_{12}$	$\sum x_9 x_{12}$	$\sum x_{10} x_{12}$	$\sum x_{11} x_{12}$	$\sum x_{12}^2$	$\sum x_{13} x_{12}$	$\sum x_{14} x_{12}$
$\sum x_{13}$	$\sum yx_{13}$	$\sum x_1 x_{13}$	$\sum x_2 x_{13}$	$\sum x_3 x_{13}$	$\sum x_4 x_{13}$	$\sum x_5 x_{13}$	$\sum x_6 x_{13}$	$\sum x_7 x_{13}$	$\sum x_8 x_{13}$	$\sum x_9 x_{13}$	$\sum x_{10} x_{13}$	$\sum x_{11} x_{13}$	$\sum x_{12} x_{13}$	$\sum x_{13}^2$	$\sum x_{14} x_{13}$
$\sum x_{14}$	$\sum yx_{14}$	$\sum x_1 x_{14}$	$\sum x_2 x_{14}$	$\sum x_3 x_{14}$	$\sum x_4 x_{14}$	$\sum x_5 x_{14}$	$\sum x_6 x_{14}$	$\sum x_7 x_{14}$	$\sum x_8 x_{14}$	$\sum x_9 x_{14}$	$\sum x_{10} x_{14}$	$\sum x_{11} x_{14}$	$\sum x_{12} x_{14}$	$\sum x_{13} x_{14}$	$\sum x_{14}^2$

Таблица П.Г.4 – Значения парных коэффициентов корреляции

Признаки x и y	$\sum x_i$	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$	$\sum y_i$	$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$	$\sum x_i * y_i$	$\overline{xy} = \frac{\sum x_i y_i}{n}$
1	2	3	4	5	6	7
Для y и x <sub>1</sub>	42632623	526328.679	-6	-0.0741	-1559907	-19258.111
Для y и x <sub>2</sub>	54703056	675346.37	-6	-0.0741	-2126024	-26247.21
Для y и x <sub>3</sub>	9721.3	120.016	-6	-0.0741	-632.4	-7.807
Для y и x <sub>4</sub>	24595.9	303.653	-6	-0.0741	-1664.7	-20.552
Для y и x <sub>5</sub>	130613293	1612509.79	-6	-0.0741	-4922972	-60777.432
Для y и x <sub>6</sub>	2527484	31203.506	-6	-0.0741	-221950	-2740.123
Для y и x <sub>7</sub>	2898	35.778	-6	-0.0741	-222.3	-2.744
Для y и x <sub>8</sub>	222340	2744.938	-6	-0.0741	5767	71.198
Для y и x <sub>9</sub>	147903	1825.963	-6	-0.0741	-5087	-62.802
Для y и x <sub>10</sub>	13635	168.333	-6	-0.0741	-583	-7.198
Для y и x <sub>11</sub>	2783399	34362.951	-6	-0.0741	-6942	-85.704
Для y и x <sub>12</sub>	3340379.8	41239.257	-6	-0.0741	-48.8	-0.602
Для y и x <sub>13</sub>	155414944007.7	1918703012.441	-6	-0.0741	-8584046537	-105975883.173
Для y и x <sub>14</sub>	136533050225.5	1685593212.66	-6	-0.0741	-7342636537	-90649833.79
Для x <sub>1</sub> и x <sub>2</sub>	54703056	675346.37	42632623	526328.679	50393941678468	622147428129.23
Для x <sub>1</sub> и x <sub>3</sub>	9721.3	120.016	42632623	526328.679	4934710252.8	60922348.8
Для x <sub>1</sub> и x <sub>4</sub>	24595.9	303.653	42632623	526328.679	13653624278	168563262.691
Для x <sub>1</sub> и x <sub>5</sub>	130613293	1612509.79	42632623	526328.679	1.1619196606512E+14	1434468716853.4
Для x <sub>1</sub> и x <sub>6</sub>	2527484	31203.506	42632623	526328.679	1347605602033	16637106197.938
Для x <sub>1</sub> и x <sub>7</sub>	2898	35.778	42632623	526328.679	1795742027	22169654.654
Для x <sub>1</sub> и x <sub>8</sub>	222340	2744.938	42632623	526328.679	448569446025	5537894395.37
Для x <sub>1</sub> и x <sub>9</sub>	147903	1825.963	42632623	526328.679	123599689215	1525922089.074
Для x <sub>1</sub> и x <sub>10</sub>	13635	168.333	42632623	526328.679	10136396170	125140693.457
Для x <sub>1</sub> и x <sub>11</sub>	2783399	34362.951	42632623	526328.679	3327868999607	41084802464.284
Для x <sub>1</sub> и x <sub>12</sub>	3340379.8	41239.257	42632623	526328.679	3993099325072.1	49297522531.754
Для x <sub>1</sub> и x <sub>13</sub>	155414944007.7	1918703012.441	42632623	526328.679	8.908225601898E+16	1.0997809385059E+15
Для x <sub>1</sub> и x <sub>14</sub>	136533050225.5	1685593212.66	42632623	526328.679	7.7340014859569E+16	9.5481499826628E+14

Продолжение табл. П.Г.4

1	2	3	4	5	6	7
Для $x_2$ и $x_3$	9721.3	120.016	54703056	675346.37	6346088074.1	78346766.347
Для $x_2$ и $x_4$	24595.9	303.653	54703056	675346.37	17486588218.1	215883805.162
Для $x_2$ и $x_5$	130613293	1612509.79	54703056	675346.37	1.4728278562821E+14	1818305995410
Для $x_2$ и $x_6$	2527484	31203.506	54703056	675346.37	1728711267403	21342114412.383
Для $x_2$ и $x_7$	2898	35.778	54703056	675346.37	2256417556.6	27857006.872
Для $x_2$ и $x_8$	222340	2744.938	54703056	675346.37	558866677641	6899588612.852
Для $x_2$ и $x_9$	147903	1825.963	54703056	675346.37	157090701586	1939391377.605
Для $x_2$ и $x_{10}$	13635	168.333	54703056	675346.37	12872458545	158919241.296
Для $x_2$ и $x_{11}$	2783399	34362.951	54703056	675346.37	4277688090359	52810964078.506
Для $x_2$ и $x_{12}$	3340379.8	41239.257	54703056	675346.37	5128815673202.9	63318712014.851
Для $x_2$ и $x_{13}$	155414944007.7	1918703012.441	54703056	675346.37	1.1423033844885E+17	1.4102510919611E+15
Для $x_2$ и $x_{14}$	136533050225.5	1685593212.66	54703056	675346.37	9.9159707555822E+16	1.2241939204423E+15
Для $x_3$ и $x_4$	24595.9	303.653	9721.3	120.016	3018199.32	37261.72
Для $x_3$ и $x_5$	130613293	1612509.79	9721.3	120.016	15008377058.9	185288605.665
Для $x_3$ и $x_6$	2527484	31203.506	9721.3	120.016	299989991.4	3703580.141
Для $x_3$ и $x_7$	2898	35.778	9721.3	120.016	325557.52	4019.229
Для $x_3$ и $x_8$	222340	2744.938	9721.3	120.016	22043015.4	272135.993
Для $x_3$ и $x_9$	147903	1825.963	9721.3	120.016	18234594.3	225118.448
Для $x_3$ и $x_{10}$	13635	168.333	9721.3	120.016	1648895.9	20356.74
Для $x_3$ и $x_{11}$	2783399	34362.951	9721.3	120.016	282054055	3482148.827
Для $x_3$ и $x_{12}$	3340379.8	41239.257	9721.3	120.016	335457541.17	4141451.126
Для $x_3$ и $x_{13}$	155414944007.7	1918703012.441	9721.3	120.016	19117858962768	236022950157.63
Для $x_3$ и $x_{14}$	136533050225.5	1685593212.66	9721.3	120.016	16828668256749	207761336503.07
Для $x_4$ и $x_5$	130613293	1612509.79	24595.9	303.653	40703673275	502514484.877
Для $x_4$ и $x_6$	2527484	31203.506	24595.9	303.653	774407423.5	9560585.475
Для $x_4$ и $x_7$	2898	35.778	24595.9	303.653	851445.95	10511.678
Для $x_4$ и $x_8$	222340	2744.938	24595.9	303.653	76801636.6	948168.353
Для $x_4$ и $x_9$	147903	1825.963	24595.9	303.653	46523205.5	574360.562

Продолжение табл. П.Г.4

1	2	3	4	5	6	7
Для $x_4$ и $x_{10}$	13635	168.333	24595.9	303.653	4229583.2	52217.077
Для $x_4$ и $x_{11}$	2783399	34362.951	24595.9	303.653	879783331.8	10861522.615
Для $x_4$ и $x_{12}$	3340379.8	41239.257	24595.9	303.653	1056547206.28	13043792.67
Для $x_4$ и $x_{13}$	155414944007.7	1918703012.441	24595.9	303.653	47774639835026	589810368333.66
Для $x_4$ и $x_{14}$	136533050225.5	1685593212.66	24595.9	303.653	41957139325689	517989374391.22
Для $x_5$ и $x_6$	2527484	31203.506	130613293	1612509.79	4110982163620	50752866217.531
Для $x_5$ и $x_7$	2898	35.778	130613293	1612509.79	5479027683.2	67642317.077
Для $x_5$ и $x_8$	222340	2744.938	130613293	1612509.79	1287210437315	15891486880.432
Для $x_5$ и $x_9$	147903	1825.963	130613293	1612509.79	370512755303	4574231546.951
Для $x_5$ и $x_{10}$	13635	168.333	130613293	1612509.79	30325022349	374382991.963
Для $x_5$ и $x_{11}$	2783399	34362.951	130613293	1612509.79	10080142590360	124446204819.26
Для $x_5$ и $x_{12}$	3340379.8	41239.257	130613293	1612509.79	12101703961310	149403752608.76
Для $x_5$ и $x_{13}$	155414944007.7	1918703012.441	130613293	1612509.79	2.730839404567E+17	3.371406672305E+15
Для $x_5$ и $x_{14}$	136533050225.5	1685593212.66	130613293	1612509.79	2.3740386848807E+17	2.9309119566428E+15
Для $x_6$ и $x_7$	2898	35.778	2527484	31203.506	83012733	1024848.556
Для $x_6$ и $x_8$	222340	2744.938	2527484	31203.506	9181353713	113350045.84
Для $x_6$ и $x_9$	147903	1825.963	2527484	31203.506	4578726211	56527484.086
Для $x_6$ и $x_{10}$	13635	168.333	2527484	31203.506	407888534	5035660.914
Для $x_6$ и $x_{11}$	2783399	34362.951	2527484	31203.506	92854816883	1146355763.988
Для $x_6$ и $x_{12}$	3340379.8	41239.257	2527484	31203.506	112805502184.3	1392660520.794
Для $x_6$ и $x_{13}$	155414944007.7	1918703012.441	2527484	31203.506	4.5674719340392E+15	56388542395546
Для $x_6$ и $x_{14}$	136533050225.5	1685593212.66	2527484	31203.506	4.0095677537404E+15	49500836465931
Для $x_7$ и $x_8$	222340	2744.938	2898	35.778	30426918.5	375640.969
Для $x_7$ и $x_9$	147903	1825.963	2898	35.778	5680310	70127.284
Для $x_7$ и $x_{10}$	13635	168.333	2898	35.778	521026.4	6432.425
Для $x_7$ и $x_{11}$	2783399	34362.951	2898	35.778	124689652.2	1539378.422
Для $x_7$ и $x_{12}$	3340379.8	41239.257	2898	35.778	148409376.18	1832214.521
Для $x_7$ и $x_{13}$	155414944007.7	1918703012.441	2898	35.778	4989000561803.8	61592599528.442
Для $x_7$ и $x_{14}$	136533050225.5	1685593212.66	2898	35.778	4384501418003.8	54129647135.849

Окончание табл. П.Г.4

1	2	3	4	5	6	7
Для $x_8$ и $x_9$	147903	1825.963	222340	2744.938	1156363347	14276090.704
Для $x_8$ и $x_{10}$	13635	168.333	222340	2744.938	111857227	1380953.42
Для $x_8$ и $x_{11}$	2783399	34362.951	222340	2744.938	33845221436	417842239.951
Для $x_8$ и $x_{12}$	3340379.8	41239.257	222340	2744.938	39566717840.4	488477998.03
Для $x_8$ и $x_{13}$	155414944007.7	1918703012.441	222340	2744.938	1.3423994540829E+14	1657283276645.6
Для $x_8$ и $x_{14}$	136533050225.5	1685593212.66	222340	2744.938	1.3065772229128E+14	1613058299892.3
Для $x_9$ и $x_{10}$	13635	168.333	147903	1825.963	33438030	412815.185
Для $x_9$ и $x_{11}$	2783399	34362.951	147903	1825.963	9976486066	123166494.642
Для $x_9$ и $x_{12}$	3340379.8	41239.257	147903	1825.963	11925754887.8	147231541.825
Для $x_9$ и $x_{13}$	155414944007.7	1918703012.441	147903	1825.963	3.2087540564327E+14	3961424761028
Для $x_9$ и $x_{14}$	136533050225.5	1685593212.66	147903	1825.963	2.7861123892047E+14	3439644924944.1
Для $x_{10}$ и $x_{11}$	2783399	34362.951	13635	168.333	42910259	529756.284
Для $x_{10}$ и $x_{12}$	3340379.8	41239.257	13635	168.333	114807.7	1417.379
Для $x_{10}$ и $x_{13}$	155414944007.7	1918703012.441	13635	168.333	33473909616673	413258143415.72
Для $x_{10}$ и $x_{14}$	136533050225.5	1685593212.66	13635	168.333	29238050430230	360963585558.4
Для $x_{11}$ и $x_{12}$	3340379.8	41239.257	2783399	34362.951	2238879301234.4	27640485200.425
Для $x_{11}$ и $x_{13}$	155414944007.7	1918703012.441	2783399	34362.951	4.1657583596729E+14	5142911555151.8
Для $x_{11}$ и $x_{14}$	136533050225.5	1685593212.66	2783399	34362.951	3.6152561923285E+14	4463279249788.3
Для $x_{12}$ и $x_{13}$	155414944007.7	1918703012.441	3340379.8	41239.257	1223928212835.4	15110224849.82
Для $x_{12}$ и $x_{14}$	136533050225.5	1685593212.66	3340379.8	41239.257	1085830453594.5	13405314241.908
Для $x_{13}$ и $x_{14}$	136533050225.5	1685593212.66	155414944007.7	1918703012.441	3.9207299103E+20	4.8404072966667E+18

Таблица П.Г.5 – Дисперсии и среднеквадратические отклонения

Признаки $x$ и $y$	$D(x) = \frac{\sum x_i^2}{n} - \bar{x}^2$	$D(y) = \frac{\sum y_i^2}{n} - \bar{y}^2$	$s(x) = \sqrt{D(x)}$	$s(y) = \sqrt{D(y)}$
1	2	3	4	5
Для $y$ и $x_1$	215185577113.77	0.0686	463880.995	0.262
Для $y$ и $x_2$	331784334985.84	0.0686	576007.235	0.262
Для $y$ и $x_3$	1086.404	0.0686	32.961	0.262
Для $y$ и $x_4$	4019.056	0.0686	63.396	0.262
Для $y$ и $x_5$	1733161663865.6	0.0686	1316495.979	0.262
Для $y$ и $x_6$	148162051.435	0.0686	12172.184	0.262
Для $y$ и $x_7$	3874.441	0.0686	62.245	0.262
Для $y$ и $x_8$	201693528.626	0.0686	14201.885	0.262
Для $y$ и $x_9$	1905354.011	0.0686	1380.346	0.262
Для $y$ и $x_{10}$	18896.123	0.0686	137.463	0.262
Для $y$ и $x_{11}$	21100854257.701	0.0686	145261.331	0.262
Для $y$ и $x_{12}$	32683754022.462	0.0686	180786.487	0.262
Для $y$ и $x_{13}$	1.8412598657098E+18	0.0686	1356930309.821	0.262
Для $y$ и $x_{14}$	1.4427110804145E+18	0.0686	1201129085.658	0.262
Для $x_1$ и $x_2$	331784334985.84	215185577113.77	576007.235	463880.995
Для $x_1$ и $x_3$	1086.404	215185577113.77	32.961	463880.995
Для $x_1$ и $x_4$	4019.056	215185577113.77	63.396	463880.995
Для $x_1$ и $x_5$	1733161663865.6	215185577113.77	1316495.979	463880.995
Для $x_1$ и $x_6$	148162051.435	215185577113.77	12172.184	463880.995
Для $x_1$ и $x_7$	3874.441	215185577113.77	62.245	463880.995
Для $x_1$ и $x_8$	201693528.626	215185577113.77	14201.885	463880.995
Для $x_1$ и $x_9$	1905354.011	215185577113.77	1380.346	463880.995
Для $x_1$ и $x_{10}$	18896.123	215185577113.77	137.463	463880.995
Для $x_1$ и $x_{11}$	21100854257.701	215185577113.77	145261.331	463880.995
Для $x_1$ и $x_{12}$	32683754022.462	215185577113.77	180786.487	463880.995
Для $x_1$ и $x_{13}$	1.8412598657098E+18	215185577113.77	1356930309.821	463880.995
Для $x_1$ и $x_{14}$	1.4427110804145E+18	215185577113.77	1201129085.658	463880.995
Для $x_2$ и $x_3$	1086.404	331784334985.84	32.961	576007.235
Для $x_2$ и $x_4$	4019.056	331784334985.84	63.396	576007.235
Для $x_2$ и $x_5$	1733161663865.6	331784334985.84	1316495.979	576007.235
Для $x_2$ и $x_6$	148162051.435	331784334985.84	12172.184	576007.235
Для $x_2$ и $x_7$	3874.441	331784334985.84	62.245	576007.235
Для $x_2$ и $x_8$	201693528.626	331784334985.84	14201.885	576007.235
Для $x_2$ и $x_9$	1905354.011	331784334985.84	1380.346	576007.235
Для $x_2$ и $x_{10}$	18896.123	331784334985.84	137.463	576007.235
Для $x_2$ и $x_{11}$	21100854257.701	331784334985.84	145261.331	576007.235
Для $x_2$ и $x_{12}$	32683754022.462	331784334985.84	180786.487	576007.235
Для $x_2$ и $x_{13}$	1.8412598657098E+18	331784334985.84	1356930309.821	576007.235
Для $x_2$ и $x_{14}$	1.4427110804145E+18	331784334985.84	1201129085.658	576007.235
Для $x_3$ и $x_4$	4019.056	1086.404	63.396	32.961
Для $x_3$ и $x_5$	1733161663865.6	1086.404	1316495.979	32.961
Для $x_3$ и $x_6$	148162051.435	1086.404	12172.184	32.961
Для $x_3$ и $x_7$	3874.441	1086.404	62.245	32.961
Для $x_3$ и $x_8$	201693528.626	1086.404	14201.885	32.961
Для $x_3$ и $x_9$	1905354.011	1086.404	1380.346	32.961
Для $x_3$ и $x_{10}$	18896.123	1086.404	137.463	32.961
Для $x_3$ и $x_{11}$	21100854257.701	1086.404	145261.331	32.961
Для $x_3$ и $x_{12}$	32683754022.462	1086.404	180786.487	32.961
Для $x_3$ и $x_{13}$	1.8412598657098E+18	1086.404	1356930309.821	32.961
Для $x_3$ и $x_{14}$	1.4427110804145E+18	1086.404	1201129085.658	32.961
Для $x_4$ и $x_5$	1733161663865.6	4019.056	1316495.979	63.396

1	2	3	4	5
Для $x_0$ и $x_1$	148162051.435	4019.056	12172.184	63.396
Для $x_0$ и $x_2$	3874.441	4019.056	62.245	63.396
Для $x_0$ и $x_3$	201693528.626	4019.056	14201.885	63.396
Для $x_0$ и $x_4$	1905354.011	4019.056	1380.346	63.396
Для $x_0$ и $x_5$	18896.123	4019.056	137.463	63.396
Для $x_0$ и $x_6$	21100854257.701	4019.056	145261.331	63.396
Для $x_0$ и $x_7$	32683754022.462	4019.056	180786.487	63.396
Для $x_0$ и $x_8$	1.8412598657098E+18	4019.056	1356930309.821	63.396
Для $x_0$ и $x_9$	1.4427110804145E+18	4019.056	1201129085.658	63.396
Для $x_0$ и $x_{10}$	148162051.435	1733161663865.6	12172.184	1316495.979
Для $x_0$ и $x_{11}$	3874.441	1733161663865.6	62.245	1316495.979
Для $x_0$ и $x_{12}$	201693528.626	1733161663865.6	14201.885	1316495.979
Для $x_0$ и $x_{13}$	1905354.011	1733161663865.6	1380.346	1316495.979
Для $x_0$ и $x_{14}$	18896.123	1733161663865.6	137.463	1316495.979
Для $x_0$ и $x_{15}$	21100854257.701	1733161663865.6	145261.331	1316495.979
Для $x_0$ и $x_{16}$	32683754022.462	1733161663865.6	180786.487	1316495.979
Для $x_0$ и $x_{17}$	1.8412598657098E+18	1733161663865.6	1356930309.821	1316495.979
Для $x_0$ и $x_{18}$	1.4427110804145E+18	1733161663865.6	1201129085.658	1316495.979
Для $x_0$ и $x_{19}$	3874.441	148162051.435	62.245	12172.184
Для $x_0$ и $x_{20}$	201693528.626	148162051.435	14201.885	12172.184
Для $x_0$ и $x_{21}$	1905354.011	148162051.435	1380.346	12172.184
Для $x_0$ и $x_{22}$	18896.123	148162051.435	137.463	12172.184
Для $x_0$ и $x_{23}$	21100854257.701	148162051.435	145261.331	12172.184
Для $x_0$ и $x_{24}$	32683754022.462	148162051.435	180786.487	12172.184
Для $x_0$ и $x_{25}$	1.8412598657098E+18	148162051.435	1356930309.821	12172.184
Для $x_0$ и $x_{26}$	1.4427110804145E+18	148162051.435	1201129085.658	12172.184
Для $x_0$ и $x_{27}$	201693528.626	3874.441	14201.885	62.245
Для $x_0$ и $x_{28}$	1905354.011	3874.441	1380.346	62.245
Для $x_0$ и $x_{29}$	18896.123	3874.441	137.463	62.245
Для $x_0$ и $x_{30}$	21100854257.701	3874.441	145261.331	62.245
Для $x_0$ и $x_{31}$	32683754022.462	3874.441	180786.487	62.245
Для $x_0$ и $x_{32}$	1.8412598657098E+18	3874.441	1356930309.821	62.245
Для $x_0$ и $x_{33}$	1.4427110804145E+18	3874.441	1201129085.658	62.245
Для $x_0$ и $x_{34}$	1905354.011	201693528.626	1380.346	14201.885
Для $x_0$ и $x_{35}$	18896.123	201693528.626	137.463	14201.885
Для $x_0$ и $x_{36}$	21100854257.701	201693528.626	145261.331	14201.885
Для $x_0$ и $x_{37}$	32683754022.462	201693528.626	180786.487	14201.885
Для $x_0$ и $x_{38}$	1.8412598657098E+18	201693528.626	1356930309.821	14201.885
Для $x_0$ и $x_{39}$	1.4427110804145E+18	201693528.626	1201129085.658	14201.885
Для $x_0$ и $x_{40}$	18896.123	1905354.011	137.463	1380.346
Для $x_0$ и $x_{41}$	21100854257.701	1905354.011	145261.331	1380.346
Для $x_0$ и $x_{42}$	32683754022.462	1905354.011	180786.487	1380.346
Для $x_0$ и $x_{43}$	1.8412598657098E+18	1905354.011	1356930309.821	1380.346
Для $x_0$ и $x_{44}$	1.4427110804145E+18	1905354.011	1201129085.658	1380.346
Для $x_0$ и $x_{45}$	21100854257.701	18896.123	145261.331	137.463
Для $x_0$ и $x_{46}$	32683754022.462	18896.123	180786.487	137.463
Для $x_0$ и $x_{47}$	1.8412598657098E+18	18896.123	1356930309.821	137.463
Для $x_0$ и $x_{48}$	1.4427110804145E+18	18896.123	1201129085.658	137.463
Для $x_0$ и $x_{49}$	32683754022.462	21100854257.701	180786.487	145261.331
Для $x_0$ и $x_{50}$	1.8412598657098E+18	21100854257.701	1356930309.821	145261.331
Для $x_0$ и $x_{51}$	1.4427110804145E+18	21100854257.701	1201129085.658	145261.331
Для $x_0$ и $x_{52}$	1.8412598657098E+18	32683754022.462	1356930309.821	180786.487
Для $x_0$ и $x_{53}$	1.4427110804145E+18	32683754022.462	1201129085.658	180786.487
Для $x_0$ и $x_{54}$	1.4427110804145E+18	1.8412598657098E+18	1201129085.658	1356930309.821

Таблица П.Г.6 – Нормализованное представление данных и класс региона по состоянию БДД

Регион	x3	x4	x6	x7	x8	x10	x12	x14	class
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Алтайский край	0,575112	0,513882	0,109688	0,026361	0,065066	0,267306	0,188596	0,49748	9
Амурская область	0,816143	0,458355	0,249959	0,004041	0,099103	0,15016	0,236842	0,947738	2
Архангельская область	0,617713	0,454756	0,285738	0,003464	0,074542	0,13099	0,171053	0,253273	8
Астраханская область	0,607063	0,39563	0,125159	0,039253	0,03492	0,089457	0,105263	0,231136	1
Белгородская область	0,380045	0,548586	0,235701	0,109679	0,174324	0,162939	0,267544	0,723996	2
Брянская область	0,43778	0,23856	0,176079	0,065615	0,098702	0,1459	0,29386	0,424114	1
Владимирская область	0,851457	0,479949	0,130955	0,089667	0,121023	0,27689	0,245614	0,26482	9
Волгоградская область	0,491031	0,839846	0,112998	0,042332	0,060708	0,303514	0,22807	0,542949	2
Вологодская область	0,633969	0,560411	0,175525	0,015201	0,082048	0,136315	0,166667	0,331018	9
Воронежская область	0,651345	0,609769	0,230759	0,085434	0,178232	0,43983	0,315789	0,42773	9
г. Севастополь	0,667601	0,471465	0,204385	1	0,159746	0,018104	0	0,21685	3
Еврейская автономная область	0,665359	0,30437	0,149586	0,008274	0,090616	0,028754	0,302632	0,030235	1
Забайкальский край	0,582399	0,427763	0,136826	0,004618	0,054126	0,256656	0,469298	0,272535	1
Ивановская область	0,536996	0,44653	0,137485	0,089282	0,105677	0,094782	0,149123	0,313284	1
Иркутская область	0,670404	0,349871	0,145153	0,005773	0,072228	0,382322	0,25	0,586265	9
Кабардино-Балкарская Республика	0,318946	0,37892	0,072786	0,133731	0,09432	0,129925	0,495614	0,128047	1
Калининградская область	0,518498	0,69563	0,184781	0,128536	0,205041	0,113951	0,223684	0,198783	6
Калужская область	0,70852	0,528278	0,221354	0,064653	0,090232	0,172524	0,254386	0,740378	2
Камчатский край	0,696188	1	0,540055	0,001155	0,086185	0,057508	0,276316	0,093705	0
Карачаево-Черкесская Республика	0,58352	0,237275	0,033053	0,062536	0,091924	0,087327	0,298246	0,125355	1
Кемеровская область	0,48991	0,427763	0,123886	0,0533	0,078491	0,29819	0,20614	0,450281	9
Кировская область	0,654709	0,420051	0,104686	0,020012	0,076267	0,167199	0,20614	0,21715	1
Костромская область	0,569507	0,470951	0,129862	0,020012	0,096503	0,072417	0,192982	0,191494	1
Краснодарский край	0,628924	0,506684	0,285438	0,144506	0,392954	1	0,29386	0,825018	10
Красноярский край	0,597534	0,475578	0,22652	0,002117	0,076292	0,401491	0,25	0,489593	9
Курганская область	0,644058	0,581491	0,07024	0,022128	0,078344	0,170394	0,350877	0,247022	6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Курская область	0,738789	0,526221	0,187731	0,070618	0,134023	0,203408	0,258772	0,356464	9
Ленинградская область	0,772982	0,543188	0,235012	0,042909	0,408726	0,410011	0,29386	0,029587	6
Липецкая область	0,697309	0,582519	0,237603	0,091014	0,114041	0,187433	0,25	0,334271	9
Магаданская область	1	0,690488	0,730003	0,000385	0,092946	0,029819	0,219298	0,044101	0
Московская область	0,329596	0,60874	0,458088	0,333654	1	0,897764	0,377193	0,08543	4
Мурманская область	0,55157	0,532648	0,413698	0,009621	0,059244	0,056443	0,096491	0,209108	8
Нижегородская область	0,881726	0,595373	0,257642	0,080239	0,151578	0,368477	0,100877	0,541292	9
Новгородская область	0,899664	0,535733	0,140615	0,020781	0,105742	0,086262	0,149123	0,118681	6
Новосибирская область	0,298206	0,534961	0,208848	0,030017	0,183775	0,290735	0,324561	0,725757	2
Омская область	0,744395	0,39383	0,155067	0,026169	0	0,182109	0,092105	0,325078	9
Оренбургская область	0,5	0,653728	0,117851	0,03021	0,097067	0,273695	0,276316	0,372948	9
Орловская область	0,488789	0,561183	0,141529	0,057148	0,093862	0,099042	0,285088	0,205566	1
Пензенская область	0,686659	0,540103	0,095176	0,057726	0,062204	0,216187	0,22807	0,452732	9
Пермский край	0,545404	0,551157	0,209282	0,030979	0,068238	0,302449	0,192982	0,530584	9
Приморский край	0,795964	0,827763	0,30356	0,021936	0,104557	0,314164	0,219298	0,24977	6
Псковская область	0,704036	0,706941	0,133441	0,021551	0,113191	0,101171	0,223684	0,132183	6
Республика Адыгея	0,5213	0,770951	0,187222	0,114104	0,179246	0,093717	0,438596	0,110356	6
Республика Алтай	0,733184	0,213368	0,054545	0,004426	0,103567	0,043663	0,267544	0,023288	1
Республика Башкортостан	0,494955	0,599229	0,208968	0,05407	0,053987	0,498403	0,245614	0,64899	2
Республика Бурятия	0,536435	0,379692	0,129607	0,005195	0,107484	0,13951	0,254386	0,26524	1
Республика Дагестан	0,189462	0,22108	0,161657	0,118915	0,047463	0,372737	0,491228	0,214075	7
Республика Ингушетия	0,10426	0,189203	0	0,268809	0,123084	0,060703	0,600877	0,060058	7
Республика Калмыкия	0,822309	0,542674	0,028366	0,006735	0,084574	0,084132	0,368421	0,045805	6
Республика Карелия	0,553812	0,713111	0,213266	0,00635	0,093216	0,085197	0,25	0,153123	6
Республика Коми	0,567265	0,504884	0,280691	0,003656	0,035321	0,069223	0,100877	0,218991	8
Республика Крым	0,45852	0,206941	0,086115	0,14085	0,168371	0,297125	0,342105	0,171371	1
Республика Марий-Эл	0,625561	0,356298	0,06365	0,055801	0,103346	0,095847	0,20614	0,277379	1
Республика Мордовия	0,602578	0,398201	0,046937	0,057918	0,092701	0,1459	0,302632	0,427884	1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Республика Саха (Якутия)	0,363789	0,312082	0,431984	0,000385	0,097133	0,088392	0,223684	0,151287	8
Республика Северная Осетия-Алания	0,584641	0,480977	0,11803	0,167597	0,068099	0,091587	0,188596	0,177131	1
Республика Татарстан	0,551009	0,526992	0,285947	0,110448	0,135307	0,391906	0,171053	0,170714	9
Республика Хакасия	0,452915	0,666324	0,090983	0,016548	0,092652	0,056443	0,232456	0,184588	6
Ростовская область	0,309978	0,547558	0,211739	0,079854	0,20953	0,469649	0,350877	0,712399	2
Рязанская область	0,82287	0,693316	0,153839	0,053685	0,118031	0,253461	0,280702	0,399919	9
Самарская область	0,561659	0,517224	0,191805	0,114104	0,172165	0,315229	0,149123	1	2
Саратовская область	0,628924	0,559897	0,092016	0,045796	0,052532	0,310969	0,179825	0,503377	9
Сахалинская область	0,619395	0,528278	0,635021	0,010583	0,090363	0,084132	0,289474	0,099949	8
Свердловская область	0,299888	0,703342	0,336673	0,042525	0,150801	0,42705	0,302632	0,978264	2
Смоленская область	0,517937	0,351414	0,161357	0,035982	0,096053	0,134185	0,298246	0,171521	1
Ставропольский край	0,496637	0,468895	0,116098	0,081393	0,197111	0,42066	0,29386	0,221187	1
Тамбовская область	0,637332	0,527763	0,17283	0,055994	0,084492	0,164004	0,254386	0,191989	6
Тверская область	0,785874	0,736761	0,158707	0,02867	0,104352	0,188498	0,188596	0,213884	6
Томская область	0,285874	0,439075	0,176229	0,00635	0,125684	0,111821	0,364035	0,271311	1
Тульская область	0,727578	0,62108	0,178865	0,109679	0,094353	0,294995	0,285088	0,325447	9
Тюменская область	0,653587	0,56401	0,475072	0,00481	0,218131	0,189563	0,092105	0,481177	8
Удмуртская Республика	0,681614	0,484319	0,126582	0,068501	0,073119	0,192758	0,175439	0,214075	1
Ульяновская область	0,481502	0,466324	0,106094	0,063498	0,079423	0,185304	0,311404	0,280252	1
Хабаровский край	0,741031	0,403085	0,372093	0,003079	0,076839	0,157614	0,153509	0,370173	8
Ханты-Мансийский АО	0,468049	0,602828	0,548052	0,005773	0,100959	0,173589	0,188596	0,421859	8
Челябинская область	0,591368	0,520823	0,131958	0,075236	0,113763	0,42492	0,192982	0,790344	2
Чеченская Республика	0	0,157841	0,112684	0,181643	0,085482	0,132055	1	0,259868	7
Чувашская Республика	0,46861	0,298715	0,053137	0,127574	0,082612	0,13951	0,22807	0,238725	1
Чукотский автономный округ	0,079596	0	1	0	0,103535	0	0,144737	0	5
Ямало-Ненецкий автономный округ	0,368834	0,53419	0,995552	0,001155	0,088229	0,036209	0,157895	0,01291	5
Ярославская область	0,835202	0,412082	0,180378	0,066384	0,107369	0,176784	0,153509	0,391333	9

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Таблица 5.9 – Эпохи обучения сети. Таблица сформирована Python 3.10

```

Epoch 1/800
1/1 [=====] - 1s 1s/step - loss: 7794.1899 - mse: 7794.1899 - mae: 79.1761
Epoch 2/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 7753.3809 - mse: 7753.3809 - mae: 78.9630
Epoch 3/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 7711.2993 - mse: 7711.2993 - mae: 78.6860
Epoch 4/800
1/1 [=====] - 0s 22ms/step - loss: 7680.1572 - mse: 7680.1572 - mae: 78.5188
Epoch 5/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 7631.7227 - mse: 7631.7227 - mae: 78.2824
Epoch 6/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 7591.9844 - mse: 7591.9844 - mae: 78.0361
Epoch 7/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 7541.7441 - mse: 7541.7441 - mae: 77.6883
Epoch 8/800
1/1 [=====] - 0s 21ms/step - loss: 7509.1934 - mse: 7509.1934 - mae: 77.4473
Epoch 9/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 7444.6284 - mse: 7444.6284 - mae: 77.0223
Epoch 10/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 7367.3271 - mse: 7367.3271 - mae: 76.7042
Epoch 11/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 7304.7271 - mse: 7304.7271 - mae: 76.3910
Epoch 12/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 7268.6523 - mse: 7268.6523 - mae: 76.0709
Epoch 13/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 7166.3091 - mse: 7166.3091 - mae: 75.4608
Epoch 14/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 7106.2515 - mse: 7106.2515 - mae: 75.1260
Epoch 15/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 6985.0396 - mse: 6985.0396 - mae: 74.3379
Epoch 16/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 6886.8848 - mse: 6886.8848 - mae: 73.6753
Epoch 17/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 6869.8281 - mse: 6869.8281 - mae: 73.5218
Epoch 18/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 6668.9946 - mse: 6668.9946 - mae: 72.3956
Epoch 19/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 6533.7100 - mse: 6533.7100 - mae: 71.5410
Epoch 20/800
1/1 [=====] - 0s 21ms/step - loss: 6388.5635 - mse: 6388.5635 - mae: 70.6528
Epoch 21/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 6154.2969 - mse: 6154.2969 - mae: 69.1497
Epoch 22/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 6079.6875 - mse: 6079.6875 - mae: 68.6612
Epoch 23/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 5964.0811 - mse: 5964.0811 - mae: 67.8300
Epoch 24/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 5757.6992 - mse: 5757.6992 - mae: 66.3799
Epoch 25/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 5546.1802 - mse: 5546.1802 - mae: 64.7668
Epoch 26/800
1/1 [=====] - 0s 22ms/step - loss: 5205.8662 - mse: 5205.8662 - mae: 63.1338
Epoch 27/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 4863.6313 - mse: 4863.6313 - mae: 60.4021
Epoch 28/800

```

```
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 4864.4814 - mse: 4864.4814 - mae: 59.5838
Epoch 29/800
1/1 [=====] - 0s 21ms/step - loss: 4469.2759 - mse: 4469.2759 - mae: 57.2343
Epoch 30/800
1/1 [=====] - 0s 22ms/step - loss: 4299.9941 - mse: 4299.9941 - mae: 55.7772
Epoch 31/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 3743.1526 - mse: 3743.1526 - mae: 52.4186
Epoch 32/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 3585.8914 - mse: 3585.8914 - mae: 51.1033
Epoch 33/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 3171.5005 - mse: 3171.5005 - mae: 47.3756
Epoch 34/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 3072.6157 - mse: 3072.6157 - mae: 47.7338
Epoch 35/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 2436.9121 - mse: 2436.9121 - mae: 42.4839
Epoch 36/800
1/1 [=====] - 0s 20ms/step - loss: 2127.7983 - mse: 2127.7983 - mae: 39.1432
Epoch 37/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 2073.3821 - mse: 2073.3821 - mae: 38.1908
Epoch 38/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 1740.8195 - mse: 1740.8195 - mae: 34.7242
Epoch 39/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 1361.2972 - mse: 1361.2972 - mae: 32.5533
Epoch 40/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 1085.1912 - mse: 1085.1912 - mae: 28.0992
Epoch 41/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 908.1815 - mse: 908.1815 - mae: 25.7676
Epoch 42/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 703.7269 - mse: 703.7269 - mae: 22.3511
Epoch 43/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 631.2780 - mse: 631.2780 - mae: 20.3340
Epoch 44/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 677.3087 - mse: 677.3087 - mae: 22.4024
Epoch 45/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 414.3356 - mse: 414.3356 - mae: 17.8587
Epoch 46/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 424.0473 - mse: 424.0473 - mae: 17.5497
Epoch 47/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 506.6086 - mse: 506.6086 - mae: 19.7929
Epoch 48/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 686.1019 - mse: 686.1019 - mae: 22.7818
Epoch 49/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 428.3513 - mse: 428.3513 - mae: 16.7034
Epoch 50/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 723.9678 - mse: 723.9678 - mae: 21.3780
Epoch 51/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 1179.0076 - mse: 1179.0076 - mae: 25.3599
Epoch 52/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 558.0992 - mse: 558.0992 - mae: 17.8184
Epoch 53/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 396.0279 - mse: 396.0279 - mae: 16.4747
Epoch 54/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 618.6483 - mse: 618.6483 - mae: 20.5038
Epoch 55/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 582.7056 - mse: 582.7056 - mae: 18.4362
Epoch 56/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 361.2055 - mse: 361.2055 - mae: 15.7376
Epoch 57/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 357.7229 - mse: 357.7229 - mae: 15.3933
Epoch 58/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 431.5443 - mse: 431.5443 - mae: 16.1651
Epoch 59/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 349.2588 - mse: 349.2588 - mae: 15.5200
Epoch 60/800
```

```

1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 320.5973 - mae: 320.5973 - mae: 14.9463
Epoch 61/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 151.6332 - mae: 151.6332 - mae: 10.2561
Epoch 62/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 380.9423 - mae: 380.9423 - mae: 15.7584
Epoch 63/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 303.0576 - mae: 303.0576 - mae: 13.8121
Epoch 64/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 273.1568 - mae: 273.1568 - mae: 12.0876
Epoch 65/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 352.2770 - mae: 352.2770 - mae: 15.3614
Epoch 66/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 226.6696 - mae: 226.6696 - mae: 12.7655
Epoch 67/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 245.7091 - mae: 245.7091 - mae: 12.7611
Epoch 68/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 298.2674 - mae: 298.2674 - mae: 14.3790
Epoch 69/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 264.1519 - mae: 264.1519 - mae: 13.4588
Epoch 70/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 318.7784 - mae: 318.7784 - mae: 15.7003
Epoch 71/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 267.2578 - mae: 267.2578 - mae: 12.6659
Epoch 72/800
1/1 [=====] - 0s 22ms/step - loss: 218.7735 - mae: 218.7735 - mae: 11.9441
Epoch 73/800
1/1 [=====] - 0s 20ms/step - loss: 344.4972 - mae: 344.4972 - mae: 14.6752
Epoch 74/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 201.6704 - mae: 201.6704 - mae: 9.9884
Epoch 75/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 232.2997 - mae: 232.2997 - mae: 11.4629
Epoch 76/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 364.7974 - mae: 364.7974 - mae: 15.4596
Epoch 77/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 223.3487 - mae: 223.3487 - mae: 12.2671
Epoch 78/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 340.9691 - mae: 340.9691 - mae: 15.6540
Epoch 79/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 248.1367 - mae: 248.1367 - mae: 11.9804
Epoch 80/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 162.6537 - mae: 162.6537 - mae: 10.7663
Epoch 81/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 159.1777 - mae: 159.1777 - mae: 10.3555
Epoch 82/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 220.5769 - mae: 220.5769 - mae: 12.8244
Epoch 83/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 174.2061 - mae: 174.2061 - mae: 11.3409
Epoch 84/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 298.2833 - mae: 298.2833 - mae: 14.2735
Epoch 85/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 169.5680 - mae: 169.5680 - mae: 11.1472
Epoch 86/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 222.2539 - mae: 222.2539 - mae: 12.2344
Epoch 87/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 228.0894 - mae: 228.0894 - mae: 11.8293
Epoch 88/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 234.0873 - mae: 234.0873 - mae: 13.0409
Epoch 89/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 138.7805 - mae: 138.7805 - mae: 9.4642
Epoch 90/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 302.3391 - mae: 302.3391 - mae: 14.5976
Epoch 91/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 146.9315 - mae: 146.9315 - mae: 11.4497

```

```

Epoch 92/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 185.9891 - mse: 185.9891 - mae: 11.2703
Epoch 93/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 216.4689 - mse: 216.4689 - mae: 12.3744
Epoch 94/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 181.8555 - mse: 181.8555 - mae: 10.1660
Epoch 95/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 143.6408 - mse: 143.6408 - mae: 9.9065
Epoch 96/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 167.0257 - mse: 167.0257 - mae: 10.5998
Epoch 97/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 205.0411 - mse: 205.0411 - mae: 11.3302
Epoch 98/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 148.0940 - mse: 148.0940 - mae: 10.3524
Epoch 99/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 123.9891 - mse: 123.9891 - mae: 9.6372
Epoch 100/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 228.3567 - mse: 228.3567 - mae: 11.8735
Epoch 101/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 114.6564 - mse: 114.6564 - mae: 8.8168
Epoch 102/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 97.8125 - mse: 97.8125 - mae: 8.1958
Epoch 103/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 262.5752 - mse: 262.5752 - mae: 11.5259
Epoch 104/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 220.5430 - mse: 220.5430 - mae: 13.1817
Epoch 105/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 163.2731 - mse: 163.2731 - mae: 10.2327
Epoch 106/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 147.9586 - mse: 147.9586 - mae: 10.6763
Epoch 107/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 139.1531 - mse: 139.1531 - mae: 8.8947
Epoch 108/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 106.2434 - mse: 106.2434 - mae: 7.9138
Epoch 109/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 125.4970 - mse: 125.4970 - mae: 9.8315
Epoch 110/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 75.1221 - mse: 75.1221 - mae: 7.8117
Epoch 111/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 121.2876 - mse: 121.2876 - mae: 9.1043
Epoch 112/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 119.7758 - mse: 119.7758 - mae: 8.4867
Epoch 113/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 147.5735 - mse: 147.5735 - mae: 9.5692
Epoch 114/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 72.9249 - mse: 72.9249 - mae: 7.1674
Epoch 115/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 116.7216 - mse: 116.7216 - mae: 9.9790
Epoch 116/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 104.9261 - mse: 104.9261 - mae: 8.6042
Epoch 117/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 202.7161 - mse: 202.7161 - mae: 10.0045
Epoch 118/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 112.7482 - mse: 112.7482 - mae: 8.5532
Epoch 119/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 80.0714 - mse: 80.0714 - mae: 7.7082
Epoch 120/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 86.1226 - mse: 86.1226 - mae: 7.6882
Epoch 121/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 92.8074 - mse: 92.8074 - mae: 7.9056
Epoch 122/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 95.4895 - mse: 95.4895 - mae: 8.6651
Epoch 123/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 92.6044 - mse: 92.6044 - mae: 7.3717

```

```
Epoch 124/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 72.2640 - mse: 72.2640 - mae: 6.7336
Epoch 125/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 150.1857 - mse: 150.1857 - mae: 10.8708
Epoch 126/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 140.2814 - mse: 140.2814 - mae: 9.7433
Epoch 127/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 166.9290 - mse: 166.9290 - mae: 10.6604
Epoch 128/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 156.7436 - mse: 156.7436 - mae: 8.8840
Epoch 129/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 199.4577 - mse: 199.4577 - mae: 10.2256
Epoch 130/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 153.1309 - mse: 153.1309 - mae: 9.7815
Epoch 131/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 77.4707 - mse: 77.4707 - mae: 7.4671
Epoch 132/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 220.1572 - mse: 220.1572 - mae: 10.8653
Epoch 133/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 89.2060 - mse: 89.2060 - mae: 7.3227
Epoch 134/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 84.1495 - mse: 84.1495 - mae: 8.2822
Epoch 135/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 166.4260 - mse: 166.4260 - mae: 9.7594
Epoch 136/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 76.2979 - mse: 76.2979 - mae: 7.1823
Epoch 137/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 107.4018 - mse: 107.4018 - mae: 8.1571
Epoch 138/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 73.5718 - mse: 73.5718 - mae: 7.8481
Epoch 139/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 136.9521 - mse: 136.9521 - mae: 9.6844
Epoch 140/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 137.4419 - mse: 137.4419 - mae: 9.4266
Epoch 141/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 113.7254 - mse: 113.7254 - mae: 8.5003
Epoch 142/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 102.5690 - mse: 102.5690 - mae: 8.2991
Epoch 143/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 95.7240 - mse: 95.7240 - mae: 7.7578
Epoch 144/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 149.5016 - mse: 149.5016 - mae: 9.6407
Epoch 145/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 73.9962 - mse: 73.9962 - mae: 6.8117
Epoch 146/800
1/1 [=====] - 0s 21ms/step - loss: 169.6544 - mse: 169.6544 - mae: 10.4077
Epoch 147/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 127.9529 - mse: 127.9529 - mae: 7.2456
Epoch 148/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 70.7615 - mse: 70.7615 - mae: 6.2111
Epoch 149/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 77.7979 - mse: 77.7979 - mae: 6.9603
Epoch 150/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 68.1752 - mse: 68.1752 - mae: 6.5112
Epoch 151/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 100.5803 - mse: 100.5803 - mae: 8.0522
Epoch 152/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 64.0080 - mse: 64.0080 - mae: 6.3368
Epoch 153/800
1/1 [=====] - 0s 20ms/step - loss: 70.6020 - mse: 70.6020 - mae: 6.5818
Epoch 154/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 144.4227 - mse: 144.4227 - mae: 7.8239
Epoch 155/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 84.6640 - mse: 84.6640 - mae: 7.4014
```

```

Epoch 156/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 134.7257 - mse: 134.7257 - mae: 9.9608
Epoch 157/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 54.7884 - mse: 54.7884 - mae: 5.7265
Epoch 158/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 116.7596 - mse: 116.7596 - mae: 8.7575
Epoch 159/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 143.0482 - mse: 143.0482 - mae: 9.7476
Epoch 160/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 58.0573 - mse: 58.0573 - mae: 5.6832
Epoch 161/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 133.5092 - mse: 133.5092 - mae: 9.5373
Epoch 162/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 63.6932 - mse: 63.6932 - mae: 6.5511
Epoch 163/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 120.5611 - mse: 120.5611 - mae: 8.4893
Epoch 164/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 199.4693 - mse: 199.4693 - mae: 10.5791
Epoch 165/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 129.9592 - mse: 129.9592 - mae: 8.7878
Epoch 166/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 77.3312 - mse: 77.3312 - mae: 6.8292
Epoch 167/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 116.2053 - mse: 116.2053 - mae: 9.0776
Epoch 168/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 69.7176 - mse: 69.7176 - mae: 6.1976
Epoch 169/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 99.5947 - mse: 99.5947 - mae: 7.4731
Epoch 170/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 80.3748 - mse: 80.3748 - mae: 6.9748
Epoch 171/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 125.2295 - mse: 125.2295 - mae: 7.8725
Epoch 172/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 114.7212 - mse: 114.7212 - mae: 7.8477
Epoch 173/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 80.2620 - mse: 80.2620 - mae: 7.2887
Epoch 174/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 58.7737 - mse: 58.7737 - mae: 6.4838
Epoch 175/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 92.3911 - mse: 92.3911 - mae: 7.6591
Epoch 176/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 38.0448 - mse: 38.0448 - mae: 5.2304
Epoch 177/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 109.7913 - mse: 109.7913 - mae: 8.5197
Epoch 178/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 68.6816 - mse: 68.6816 - mae: 6.7624
Epoch 179/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 143.2326 - mse: 143.2326 - mae: 8.7630
Epoch 180/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 85.9999 - mse: 85.9999 - mae: 5.6108
Epoch 181/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 78.8725 - mse: 78.8725 - mae: 6.8173
Epoch 182/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 89.0543 - mse: 89.0543 - mae: 6.6809
Epoch 183/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 151.5686 - mse: 151.5686 - mae: 9.5162
Epoch 184/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 132.6021 - mse: 132.6021 - mae: 9.0079
Epoch 185/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 112.7779 - mse: 112.7779 - mae: 7.1640
Epoch 186/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 185.0625 - mse: 185.0625 - mae: 9.9852
Epoch 187/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 82.9060 - mse: 82.9060 - mae: 7.3252

```

```

Epoch 188/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 163.3302 - mse: 163.3302 - mae: 8.9757
Epoch 189/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 84.4529 - mse: 84.4529 - mae: 6.4940
Epoch 190/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 88.7115 - mse: 88.7115 - mae: 7.2188
Epoch 191/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 95.2839 - mse: 95.2839 - mae: 7.3949
Epoch 192/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 50.5083 - mse: 50.5083 - mae: 5.8425
Epoch 193/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 74.6520 - mse: 74.6520 - mae: 6.7464
Epoch 194/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 109.8130 - mse: 109.8130 - mae: 8.2725
Epoch 195/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 46.6364 - mse: 46.6364 - mae: 5.8049
Epoch 196/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 156.5815 - mse: 156.5815 - mae: 8.7683
Epoch 197/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 109.3501 - mse: 109.3501 - mae: 7.5731
Epoch 198/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 87.4371 - mse: 87.4371 - mae: 6.5701
Epoch 199/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 76.5111 - mse: 76.5111 - mae: 6.3679
Epoch 200/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 78.7155 - mse: 78.7155 - mae: 5.9699
Epoch 201/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 71.5507 - mse: 71.5507 - mae: 6.3316
Epoch 202/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 123.4257 - mse: 123.4257 - mae: 7.3923
Epoch 203/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 118.1119 - mse: 118.1119 - mae: 7.7573
Epoch 204/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 217.9646 - mse: 217.9646 - mae: 12.4831
Epoch 205/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 73.1775 - mse: 73.1775 - mae: 6.2933
Epoch 206/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 61.9804 - mse: 61.9804 - mae: 6.7941
Epoch 207/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 29.6461 - mse: 29.6461 - mae: 4.4199
Epoch 208/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 83.6979 - mse: 83.6979 - mae: 7.1383
Epoch 209/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 49.3167 - mse: 49.3167 - mae: 5.6340
Epoch 210/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 91.1651 - mse: 91.1651 - mae: 7.4523
Epoch 211/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 43.5175 - mse: 43.5175 - mae: 5.4948
Epoch 212/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 136.5283 - mse: 136.5283 - mae: 9.3533
Epoch 213/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 111.5207 - mse: 111.5207 - mae: 7.4498
Epoch 214/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 32.5710 - mse: 32.5710 - mae: 4.8298
Epoch 215/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 75.8270 - mse: 75.8270 - mae: 6.6562
Epoch 216/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 100.1323 - mse: 100.1323 - mae: 7.9351
Epoch 217/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 72.6990 - mse: 72.6990 - mae: 4.7717
Epoch 218/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 57.4029 - mse: 57.4029 - mae: 5.7651
Epoch 219/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 67.0658 - mse: 67.0658 - mae: 5.9149

```

```

Epoch 220/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 124.8801 - mse: 124.8801 - mae: 8.0263
Epoch 221/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 72.2863 - mse: 72.2863 - mae: 5.9115
Epoch 222/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 174.1046 - mse: 174.1046 - mae: 8.4299
Epoch 223/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 197.3462 - mse: 197.3462 - mae: 8.3544
Epoch 224/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 179.1606 - mse: 179.1606 - mae: 10.4484
Epoch 225/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 106.9812 - mse: 106.9812 - mae: 7.9212
Epoch 226/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 57.5933 - mse: 57.5933 - mae: 5.4334
Epoch 227/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 32.3957 - mse: 32.3957 - mae: 4.9567
Epoch 228/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 40.7142 - mse: 40.7142 - mae: 4.9437
Epoch 229/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 68.3358 - mse: 68.3358 - mae: 6.5286
Epoch 230/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 104.4085 - mse: 104.4085 - mae: 7.8863
Epoch 231/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 57.4182 - mse: 57.4182 - mae: 5.1921
Epoch 232/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 64.2794 - mse: 64.2794 - mae: 6.2737
Epoch 233/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 107.4043 - mse: 107.4043 - mae: 7.4435
Epoch 234/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 42.1972 - mse: 42.1972 - mae: 5.3024
Epoch 235/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 31.6034 - mse: 31.6034 - mae: 4.6278
Epoch 236/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 52.1734 - mse: 52.1734 - mae: 5.4451
Epoch 237/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 89.0551 - mse: 89.0551 - mae: 8.5569
Epoch 238/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 41.1314 - mse: 41.1314 - mae: 5.2323
Epoch 239/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 78.4313 - mse: 78.4313 - mae: 6.9838
Epoch 240/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 218.9319 - mse: 218.9319 - mae: 10.8961
Epoch 241/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 87.4238 - mse: 87.4238 - mae: 6.9005
Epoch 242/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 106.0882 - mse: 106.0882 - mae: 7.4462
Epoch 243/800
1/1 [=====] - 0s 20ms/step - loss: 41.2911 - mse: 41.2911 - mae: 5.2596
Epoch 244/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 75.9081 - mse: 75.9081 - mae: 6.0098
Epoch 245/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 76.8327 - mse: 76.8327 - mae: 7.3510
Epoch 246/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 39.1570 - mse: 39.1570 - mae: 5.1137
Epoch 247/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 71.3823 - mse: 71.3823 - mae: 5.6910
Epoch 248/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 72.0995 - mse: 72.0995 - mae: 6.6436
Epoch 249/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 82.9275 - mse: 82.9275 - mae: 6.5158
Epoch 250/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 54.7481 - mse: 54.7481 - mae: 6.2783
Epoch 251/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 42.2192 - mse: 42.2192 - mae: 5.4840

```

```

Epoch 252/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 76.8496 - mse: 76.8496 - mae: 5.7796
Epoch 253/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 50.3850 - mse: 50.3850 - mae: 5.1212
Epoch 254/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 106.9019 - mse: 106.9019 - mae: 6.6037
Epoch 255/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 97.8277 - mse: 97.8277 - mae: 7.0894
Epoch 256/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 81.5957 - mse: 81.5957 - mae: 7.2652
Epoch 257/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 43.9224 - mse: 43.9224 - mae: 5.6143
Epoch 258/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 148.0712 - mse: 148.0712 - mae: 8.2842
Epoch 259/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 25.0484 - mse: 25.0484 - mae: 3.9193
Epoch 260/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 66.9143 - mse: 66.9143 - mae: 6.0520
Epoch 261/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 53.7062 - mse: 53.7062 - mae: 5.3922
Epoch 262/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 118.0197 - mse: 118.0197 - mae: 7.3994
Epoch 263/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 38.1060 - mse: 38.1060 - mae: 4.4805
Epoch 264/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 197.9462 - mse: 197.9462 - mae: 8.5985
Epoch 265/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 65.0184 - mse: 65.0184 - mae: 6.8385
Epoch 266/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 131.1996 - mse: 131.1996 - mae: 6.6866
Epoch 267/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 144.9846 - mse: 144.9846 - mae: 7.3430
Epoch 268/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 65.4226 - mse: 65.4226 - mae: 6.8308
Epoch 269/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 107.0268 - mse: 107.0268 - mae: 8.5269
Epoch 270/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 82.2096 - mse: 82.2096 - mae: 6.8938
Epoch 271/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 97.1602 - mse: 97.1602 - mae: 8.8617
Epoch 272/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 82.7161 - mse: 82.7161 - mae: 6.5211
Epoch 273/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 66.7348 - mse: 66.7348 - mae: 6.9152
Epoch 274/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 80.2525 - mse: 80.2525 - mae: 6.1826
Epoch 275/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 199.1323 - mse: 199.1323 - mae: 9.5008
Epoch 276/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 102.8473 - mse: 102.8473 - mae: 7.3844
Epoch 277/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 152.0450 - mse: 152.0450 - mae: 9.9108
Epoch 278/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 66.3662 - mse: 66.3662 - mae: 5.5776
Epoch 279/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 151.1755 - mse: 151.1755 - mae: 8.6648
Epoch 280/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 134.6355 - mse: 134.6355 - mae: 7.3591
Epoch 281/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 61.6113 - mse: 61.6113 - mae: 6.2864
Epoch 282/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 94.0892 - mse: 94.0892 - mae: 7.5891
Epoch 283/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 79.0360 - mse: 79.0360 - mae: 6.7052

```

```

Epoch 284/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 86.1827 - mse: 86.1827 - mae: 7.5832
Epoch 285/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 209.5908 - mse: 209.5908 - mae: 8.7117
Epoch 286/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 49.9786 - mse: 49.9786 - mae: 5.4322
Epoch 287/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 77.9261 - mse: 77.9261 - mae: 7.3006
Epoch 288/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 78.9940 - mse: 78.9940 - mae: 6.6287
Epoch 289/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 97.4753 - mse: 97.4753 - mae: 7.2459
Epoch 290/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 67.6077 - mse: 67.6077 - mae: 6.5987
Epoch 291/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 89.5174 - mse: 89.5174 - mae: 8.0338
Epoch 292/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 76.3907 - mse: 76.3907 - mae: 6.4300
Epoch 293/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 100.4674 - mse: 100.4674 - mae: 6.8247
Epoch 294/800
1/1 [=====] - 0s 25ms/step - loss: 79.7401 - mse: 79.7401 - mae: 7.1668
Epoch 295/800
1/1 [=====] - 0s 23ms/step - loss: 71.7587 - mse: 71.7587 - mae: 5.9246
Epoch 296/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 51.1746 - mse: 51.1746 - mae: 5.7879
Epoch 297/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 36.8272 - mse: 36.8272 - mae: 4.7145
Epoch 298/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 49.8402 - mse: 49.8402 - mae: 5.2395
Epoch 299/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 61.6316 - mse: 61.6316 - mae: 6.0732
Epoch 300/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 136.0096 - mse: 136.0096 - mae: 8.0462
Epoch 301/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 81.9329 - mse: 81.9329 - mae: 6.6324
Epoch 302/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 56.8843 - mse: 56.8843 - mae: 5.0523
Epoch 303/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 117.5750 - mse: 117.5750 - mae: 8.5812
Epoch 304/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 54.5733 - mse: 54.5733 - mae: 5.8477
Epoch 305/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 107.1050 - mse: 107.1050 - mae: 8.2760
Epoch 306/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 44.0653 - mse: 44.0653 - mae: 4.8065
Epoch 307/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 69.1540 - mse: 69.1540 - mae: 6.5276
Epoch 308/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 60.9396 - mse: 60.9396 - mae: 6.4441
Epoch 309/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 139.2137 - mse: 139.2137 - mae: 8.0614
Epoch 310/800
1/1 [=====] - 0s 23ms/step - loss: 41.8870 - mse: 41.8870 - mae: 5.0400
Epoch 311/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 97.1115 - mse: 97.1115 - mae: 7.2757
Epoch 312/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 92.3645 - mse: 92.3645 - mae: 7.0444
Epoch 313/800
1/1 [=====] - 0s 20ms/step - loss: 70.3640 - mse: 70.3640 - mae: 6.7496
Epoch 314/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 54.9383 - mse: 54.9383 - mae: 6.1732
Epoch 315/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 51.3803 - mse: 51.3803 - mae: 4.9509

```

```

Epoch 316/800
1/1 [=====] - 0s 22ms/step - loss: 36.5230 - mse: 36.5230 - mae: 3.9278
Epoch 317/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 40.5650 - mse: 40.5650 - mae: 5.1265
Epoch 318/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 73.2899 - mse: 73.2899 - mae: 6.6702
Epoch 319/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 131.2830 - mse: 131.2830 - mae: 8.3428
Epoch 320/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 93.2970 - mse: 93.2970 - mae: 7.4661
Epoch 321/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 46.0785 - mse: 46.0785 - mae: 4.9434
Epoch 322/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 102.1249 - mse: 102.1249 - mae: 8.0947
Epoch 323/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 112.0654 - mse: 112.0654 - mae: 8.5793
Epoch 324/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 81.5740 - mse: 81.5740 - mae: 7.4246
Epoch 325/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 54.7247 - mse: 54.7247 - mae: 4.0975
Epoch 326/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 65.5349 - mse: 65.5349 - mae: 6.5610
Epoch 327/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 43.4364 - mse: 43.4364 - mae: 4.6846
Epoch 328/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 75.5856 - mse: 75.5856 - mae: 6.3365
Epoch 329/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 96.1351 - mse: 96.1351 - mae: 7.7650
Epoch 330/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 32.3680 - mse: 32.3680 - mae: 4.0720
Epoch 331/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 92.1398 - mse: 92.1398 - mae: 8.1691
Epoch 332/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 99.8616 - mse: 99.8616 - mae: 6.0957
Epoch 333/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 133.9227 - mse: 133.9227 - mae: 8.5601
Epoch 334/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 85.2739 - mse: 85.2739 - mae: 6.4726
Epoch 335/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 46.8941 - mse: 46.8941 - mae: 5.3470
Epoch 336/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 84.9580 - mse: 84.9580 - mae: 6.8915
Epoch 337/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 110.5868 - mse: 110.5868 - mae: 7.6040
Epoch 338/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 79.7879 - mse: 79.7879 - mae: 7.8762
Epoch 339/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 99.8535 - mse: 99.8535 - mae: 7.5426
Epoch 340/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 177.2935 - mse: 177.2935 - mae: 10.0916
Epoch 341/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 124.1525 - mse: 124.1525 - mae: 8.2061
Epoch 342/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 32.7538 - mse: 32.7538 - mae: 5.0003
Epoch 343/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 63.1605 - mse: 63.1605 - mae: 5.8232
Epoch 344/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 107.7744 - mse: 107.7744 - mae: 7.4496
Epoch 345/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 44.9199 - mse: 44.9199 - mae: 4.8896
Epoch 346/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 66.2829 - mse: 66.2829 - mae: 5.7525
Epoch 347/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 80.7232 - mse: 80.7232 - mae: 6.4931

```

```

Epoch 348/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 48.1508 - mse: 48.1508 - mae: 5.6573
Epoch 349/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 33.9657 - mse: 33.9657 - mae: 5.4266
Epoch 350/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 77.4068 - mse: 77.4068 - mae: 6.6067
Epoch 351/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 61.8062 - mse: 61.8062 - mae: 6.5577
Epoch 352/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 79.8974 - mse: 79.8974 - mae: 6.6586
Epoch 353/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 69.9771 - mse: 69.9771 - mae: 6.0543
Epoch 354/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 88.2730 - mse: 88.2730 - mae: 7.1658
Epoch 355/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 71.8244 - mse: 71.8244 - mae: 6.3795
Epoch 356/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 30.0163 - mse: 30.0163 - mae: 4.4646
Epoch 357/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 165.4719 - mse: 165.4719 - mae: 6.6968
Epoch 358/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 53.5638 - mse: 53.5638 - mae: 6.1536
Epoch 359/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 80.3175 - mse: 80.3175 - mae: 6.4355
Epoch 360/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 127.2563 - mse: 127.2563 - mae: 7.0511
Epoch 361/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 76.9179 - mse: 76.9179 - mae: 6.6837
Epoch 362/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 68.0372 - mse: 68.0372 - mae: 6.2454
Epoch 363/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 36.2822 - mse: 36.2822 - mae: 4.9563
Epoch 364/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 52.8374 - mse: 52.8374 - mae: 5.7357
Epoch 365/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 58.6612 - mse: 58.6612 - mae: 6.0295
Epoch 366/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 111.1118 - mse: 111.1118 - mae: 7.6834
Epoch 367/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 70.1571 - mse: 70.1571 - mae: 6.1975
Epoch 368/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 33.2939 - mse: 33.2939 - mae: 4.4945
Epoch 369/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 59.2056 - mse: 59.2056 - mae: 6.1438
Epoch 370/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 99.8923 - mse: 99.8923 - mae: 7.4208
Epoch 371/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 51.9801 - mse: 51.9801 - mae: 5.5260
Epoch 372/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 58.7331 - mse: 58.7331 - mae: 6.4004
Epoch 373/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 76.6570 - mse: 76.6570 - mae: 7.0636
Epoch 374/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 67.3326 - mse: 67.3326 - mae: 6.5551
Epoch 375/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 86.5438 - mse: 86.5438 - mae: 7.1325
Epoch 376/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 72.2864 - mse: 72.2864 - mae: 6.7265
Epoch 377/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 90.6984 - mse: 90.6984 - mae: 6.9659
Epoch 378/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 46.5918 - mse: 46.5918 - mae: 5.1245
Epoch 379/800
1/1 [=====] - 0s 21ms/step - loss: 81.7599 - mse: 81.7599 - mae: 6.6664

```

```

Epoch 380/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 114.3700 - mse: 114.3700 - mae: 7.6038
Epoch 381/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 66.5159 - mse: 66.5159 - mae: 6.5388
Epoch 382/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 95.3294 - mse: 95.3294 - mae: 6.5025
Epoch 383/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 113.9061 - mse: 113.9061 - mae: 8.3380
Epoch 384/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 58.3840 - mse: 58.3840 - mae: 5.7082
Epoch 385/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 181.8560 - mse: 181.8560 - mae: 9.8900
Epoch 386/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 109.7813 - mse: 109.7813 - mae: 7.2255
Epoch 387/800
1/1 [=====] - 0s 22ms/step - loss: 46.5991 - mse: 46.5991 - mae: 5.4684
Epoch 388/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 73.5514 - mse: 73.5514 - mae: 7.0172
Epoch 389/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 74.7786 - mse: 74.7786 - mae: 6.4226
Epoch 390/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 87.4626 - mse: 87.4626 - mae: 7.4350
Epoch 391/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 50.3211 - mse: 50.3211 - mae: 5.9083
Epoch 392/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 83.9015 - mse: 83.9015 - mae: 6.4813
Epoch 393/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 75.1511 - mse: 75.1511 - mae: 5.6085
Epoch 394/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 71.7897 - mse: 71.7897 - mae: 6.4332
Epoch 395/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 152.3297 - mse: 152.3297 - mae: 8.3090
Epoch 396/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 187.6354 - mse: 187.6354 - mae: 9.5643
Epoch 397/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 69.7960 - mse: 69.7960 - mae: 6.9084
Epoch 398/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 75.4885 - mse: 75.4885 - mae: 6.8303
Epoch 399/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 22.2524 - mse: 22.2524 - mae: 3.8029
Epoch 400/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 71.4440 - mse: 71.4440 - mae: 6.0832
Epoch 401/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 30.4821 - mse: 30.4821 - mae: 4.6293
Epoch 402/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 67.8618 - mse: 67.8618 - mae: 6.8399
Epoch 403/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 53.7804 - mse: 53.7804 - mae: 5.9285
Epoch 404/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 73.2400 - mse: 73.2400 - mae: 5.4893
Epoch 405/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 124.6559 - mse: 124.6559 - mae: 8.0575
Epoch 406/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 38.0728 - mse: 38.0728 - mae: 4.4952
Epoch 407/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 36.7412 - mse: 36.7412 - mae: 4.1098
Epoch 408/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 29.0470 - mse: 29.0470 - mae: 4.1772
Epoch 409/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 58.3932 - mse: 58.3932 - mae: 6.1680
Epoch 410/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 116.5772 - mse: 116.5772 - mae: 7.9908
Epoch 411/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 60.8733 - mse: 60.8733 - mae: 5.7012

```

```

Epoch 412/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 70.8763 - mse: 70.8763 - mae: 6.5780
Epoch 413/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 65.2040 - mse: 65.2040 - mae: 6.0641
Epoch 414/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 69.6626 - mse: 69.6626 - mae: 6.2264
Epoch 415/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 59.2763 - mse: 59.2763 - mae: 6.2112
Epoch 416/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 134.1988 - mse: 134.1988 - mae: 8.4829
Epoch 417/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 73.5138 - mse: 73.5138 - mae: 6.6668
Epoch 418/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 104.1767 - mse: 104.1767 - mae: 7.3997
Epoch 419/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 117.6362 - mse: 117.6362 - mae: 7.5268
Epoch 420/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 64.3411 - mse: 64.3411 - mae: 5.9400
Epoch 421/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 59.0243 - mse: 59.0243 - mae: 4.7565
Epoch 422/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 108.1483 - mse: 108.1483 - mae: 7.4772
Epoch 423/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 79.9507 - mse: 79.9507 - mae: 6.7896
Epoch 424/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 139.4528 - mse: 139.4528 - mae: 7.6261
Epoch 425/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 82.6295 - mse: 82.6295 - mae: 7.2991
Epoch 426/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 78.2435 - mse: 78.2435 - mae: 6.4911
Epoch 427/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 101.8836 - mse: 101.8836 - mae: 7.5229
Epoch 428/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 84.3926 - mse: 84.3926 - mae: 7.0927
Epoch 429/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 66.6525 - mse: 66.6525 - mae: 6.3225
Epoch 430/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 55.7300 - mse: 55.7300 - mae: 6.0308
Epoch 431/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 37.8775 - mse: 37.8775 - mae: 4.7435
Epoch 432/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 84.0376 - mse: 84.0376 - mae: 7.1532
Epoch 433/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 50.8232 - mse: 50.8232 - mae: 5.2643
Epoch 434/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 43.5601 - mse: 43.5601 - mae: 5.4227
Epoch 435/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 47.9664 - mse: 47.9664 - mae: 5.6088
Epoch 436/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 84.3817 - mse: 84.3817 - mae: 5.7558
Epoch 437/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 169.1109 - mse: 169.1109 - mae: 8.1096
Epoch 438/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 47.1322 - mse: 47.1322 - mae: 5.3824
Epoch 439/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 53.9392 - mse: 53.9392 - mae: 5.7311
Epoch 440/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 96.4287 - mse: 96.4287 - mae: 7.0635
Epoch 441/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 53.5153 - mse: 53.5153 - mae: 5.2302
Epoch 442/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 103.4886 - mse: 103.4886 - mae: 7.6792
Epoch 443/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 79.2250 - mse: 79.2250 - mae: 6.4142

```

```
Epoch 444/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 105.1811 - mse: 105.1811 - mae: 6.8602
Epoch 445/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 85.9576 - mse: 85.9576 - mae: 6.7632
Epoch 446/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 61.5894 - mse: 61.5894 - mae: 6.3345
Epoch 447/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 116.7572 - mse: 116.7572 - mae: 8.1666
Epoch 448/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 30.5759 - mse: 30.5759 - mae: 4.5369
Epoch 449/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 70.0660 - mse: 70.0660 - mae: 6.0614
Epoch 450/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 31.9603 - mse: 31.9603 - mae: 4.0615
Epoch 451/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 54.5828 - mse: 54.5828 - mae: 5.7509
Epoch 452/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 43.7538 - mse: 43.7538 - mae: 5.5199
Epoch 453/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 77.9148 - mse: 77.9148 - mae: 7.3633
Epoch 454/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 58.5241 - mse: 58.5241 - mae: 6.1042
Epoch 455/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 34.6539 - mse: 34.6539 - mae: 4.5976
Epoch 456/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 75.8556 - mse: 75.8556 - mae: 5.8094
Epoch 457/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 67.7802 - mse: 67.7802 - mae: 5.8496
Epoch 458/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 85.8884 - mse: 85.8884 - mae: 7.0552
Epoch 459/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 59.5163 - mse: 59.5163 - mae: 5.7735
Epoch 460/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 27.4619 - mse: 27.4619 - mae: 4.1637
Epoch 461/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 85.0561 - mse: 85.0561 - mae: 5.4983
Epoch 462/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 49.0046 - mse: 49.0046 - mae: 5.1699
Epoch 463/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 85.6910 - mse: 85.6910 - mae: 6.8325
Epoch 464/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 55.0228 - mse: 55.0228 - mae: 5.1885
Epoch 465/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 64.4055 - mse: 64.4055 - mae: 6.2027
Epoch 466/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 182.8103 - mse: 182.8103 - mae: 9.5909
Epoch 467/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 49.6547 - mse: 49.6547 - mae: 5.2650
Epoch 468/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 36.8342 - mse: 36.8342 - mae: 4.6645
Epoch 469/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 37.3403 - mse: 37.3403 - mae: 4.7946
Epoch 470/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 208.9442 - mse: 208.9442 - mae: 9.6511
Epoch 471/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 82.4200 - mse: 82.4200 - mae: 7.4851
Epoch 472/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 73.5734 - mse: 73.5734 - mae: 5.5286
Epoch 473/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 81.3484 - mse: 81.3484 - mae: 6.7399
Epoch 474/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 22.0550 - mse: 22.0550 - mae: 3.5406
Epoch 475/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 59.2532 - mse: 59.2532 - mae: 6.5199
```

```

Epoch 476/800
1/1 [=====] - 0s 20ms/step - loss: 54.5560 - mse: 54.5560 - mae: 5.8933
Epoch 477/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 37.0676 - mse: 37.0676 - mae: 4.4003
Epoch 478/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 145.3396 - mse: 145.3396 - mae: 9.0585
Epoch 479/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 58.0649 - mse: 58.0649 - mae: 6.3752
Epoch 480/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 46.3051 - mse: 46.3051 - mae: 5.2827
Epoch 481/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 143.6405 - mse: 143.6405 - mae: 9.1558
Epoch 482/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 101.6899 - mse: 101.6899 - mae: 7.4748
Epoch 483/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 60.7908 - mse: 60.7908 - mae: 6.1660
Epoch 484/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 90.3607 - mse: 90.3607 - mae: 6.7960
Epoch 485/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 133.2052 - mse: 133.2052 - mae: 8.5976
Epoch 486/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 71.0202 - mse: 71.0202 - mae: 6.6174
Epoch 487/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 79.3209 - mse: 79.3209 - mae: 6.7506
Epoch 488/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 73.3923 - mse: 73.3923 - mae: 7.1727
Epoch 489/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 111.3382 - mse: 111.3382 - mae: 6.5137
Epoch 490/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 92.6982 - mse: 92.6982 - mae: 7.9318
Epoch 491/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 113.9979 - mse: 113.9979 - mae: 7.6762
Epoch 492/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 38.1616 - mse: 38.1616 - mae: 5.3941
Epoch 493/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 44.4297 - mse: 44.4297 - mae: 5.2938
Epoch 494/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 77.2139 - mse: 77.2139 - mae: 7.3875
Epoch 495/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 90.6128 - mse: 90.6128 - mae: 7.2431
Epoch 496/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 117.0821 - mse: 117.0821 - mae: 8.4071
Epoch 497/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 21.0822 - mse: 21.0822 - mae: 3.8197
Epoch 498/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 65.3128 - mse: 65.3128 - mae: 6.1973
Epoch 499/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 92.2606 - mse: 92.2606 - mae: 7.6108
Epoch 500/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 59.5337 - mse: 59.5337 - mae: 5.6335
Epoch 501/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 61.1506 - mse: 61.1506 - mae: 5.9482
Epoch 502/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 44.6520 - mse: 44.6520 - mae: 5.2967
Epoch 503/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 77.6418 - mse: 77.6418 - mae: 5.2991
Epoch 504/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 110.9183 - mse: 110.9183 - mae: 8.9581
Epoch 505/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 66.2323 - mse: 66.2323 - mae: 5.2510
Epoch 506/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 58.1121 - mse: 58.1121 - mae: 5.8805
Epoch 507/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 29.8343 - mse: 29.8343 - mae: 4.1878

```

```

Epoch 508/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 129.0915 - mse: 129.0915 - mae: 8.4790
Epoch 509/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 124.3420 - mse: 124.3420 - mae: 7.8530
Epoch 510/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 66.6429 - mse: 66.6429 - mae: 6.4624
Epoch 511/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 84.0954 - mse: 84.0954 - mae: 5.8476
Epoch 512/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 28.2479 - mse: 28.2479 - mae: 4.0473
Epoch 513/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 75.4215 - mse: 75.4215 - mae: 6.2705
Epoch 514/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 85.2853 - mse: 85.2853 - mae: 7.1057
Epoch 515/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 56.6129 - mse: 56.6129 - mae: 5.2514
Epoch 516/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 145.7179 - mse: 145.7179 - mae: 8.3540
Epoch 517/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 128.9686 - mse: 128.9686 - mae: 8.8549
Epoch 518/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 163.5646 - mse: 163.5646 - mae: 8.7756
Epoch 519/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 55.4839 - mse: 55.4839 - mae: 5.6520
Epoch 520/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 51.4396 - mse: 51.4396 - mae: 4.9138
Epoch 521/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 69.0532 - mse: 69.0532 - mae: 5.4631
Epoch 522/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 69.6996 - mse: 69.6996 - mae: 6.9083
Epoch 523/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 55.5399 - mse: 55.5399 - mae: 5.4127
Epoch 524/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 44.3085 - mse: 44.3085 - mae: 5.1101
Epoch 525/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 62.4758 - mse: 62.4758 - mae: 6.0716
Epoch 526/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 64.0331 - mse: 64.0331 - mae: 5.9754
Epoch 527/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 63.6878 - mse: 63.6878 - mae: 5.6805
Epoch 528/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 73.7857 - mse: 73.7857 - mae: 6.5804
Epoch 529/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 54.0206 - mse: 54.0206 - mae: 5.3209
Epoch 530/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 88.1937 - mse: 88.1937 - mae: 5.4574
Epoch 531/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 83.7067 - mse: 83.7067 - mae: 7.1731
Epoch 532/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 163.6318 - mse: 163.6318 - mae: 7.6942
Epoch 533/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 73.4549 - mse: 73.4549 - mae: 5.7072
Epoch 534/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 78.4285 - mse: 78.4285 - mae: 6.0946
Epoch 535/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 72.1092 - mse: 72.1092 - mae: 5.4485
Epoch 536/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 53.9156 - mse: 53.9156 - mae: 5.8733
Epoch 537/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 29.0293 - mse: 29.0293 - mae: 4.0213
Epoch 538/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 61.9227 - mse: 61.9227 - mae: 6.4066
Epoch 539/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 69.3882 - mse: 69.3882 - mae: 6.8373

```

```
Epoch 540/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 34.7832 - mse: 34.7832 - mae: 4.1151
Epoch 541/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 69.7481 - mse: 69.7481 - mae: 5.9469
Epoch 542/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 132.9125 - mse: 132.9125 - mae: 7.1343
Epoch 543/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 106.4986 - mse: 106.4986 - mae: 7.7329
Epoch 544/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 63.7003 - mse: 63.7003 - mae: 5.7723
Epoch 545/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 72.7070 - mse: 72.7070 - mae: 6.8698
Epoch 546/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 50.8412 - mse: 50.8412 - mae: 5.5309
Epoch 547/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 44.4643 - mse: 44.4643 - mae: 5.5322
Epoch 548/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 43.8855 - mse: 43.8855 - mae: 5.4786
Epoch 549/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 40.0975 - mse: 40.0975 - mae: 4.9829
Epoch 550/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 63.1688 - mse: 63.1688 - mae: 6.4935
Epoch 551/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 168.1754 - mse: 168.1754 - mae: 8.4907
Epoch 552/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 83.3328 - mse: 83.3328 - mae: 6.9049
Epoch 553/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 78.0632 - mse: 78.0632 - mae: 6.5465
Epoch 554/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 66.3642 - mse: 66.3642 - mae: 6.1848
Epoch 555/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 69.4904 - mse: 69.4904 - mae: 6.4114
Epoch 556/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 75.8765 - mse: 75.8765 - mae: 6.7632
Epoch 557/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 58.0969 - mse: 58.0969 - mae: 5.4182
Epoch 558/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 58.5704 - mse: 58.5704 - mae: 6.4085
Epoch 559/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 62.1991 - mse: 62.1991 - mae: 5.9868
Epoch 560/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 43.1017 - mse: 43.1017 - mae: 4.8702
Epoch 561/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 48.6132 - mse: 48.6132 - mae: 5.9910
Epoch 562/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 48.9026 - mse: 48.9026 - mae: 5.4578
Epoch 563/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 38.3897 - mse: 38.3897 - mae: 5.2790
Epoch 564/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 109.7224 - mse: 109.7224 - mae: 7.5000
Epoch 565/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 55.1994 - mse: 55.1994 - mae: 5.6547
Epoch 566/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 86.7886 - mse: 86.7886 - mae: 7.8042
Epoch 567/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 91.6623 - mse: 91.6623 - mae: 7.0208
Epoch 568/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 31.7823 - mse: 31.7823 - mae: 4.6948
Epoch 569/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 118.3078 - mse: 118.3078 - mae: 7.6661
Epoch 570/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 93.9456 - mse: 93.9456 - mae: 7.5548
Epoch 571/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 107.8784 - mse: 107.8784 - mae: 7.5498
```

```

Epoch 572/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 113.3702 - mse: 113.3702 - mae: 7.7972
Epoch 573/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 142.0361 - mse: 142.0361 - mae: 8.2722
Epoch 574/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 103.2699 - mse: 103.2699 - mae: 6.8506
Epoch 575/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 60.1017 - mse: 60.1017 - mae: 5.9082
Epoch 576/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 117.2850 - mse: 117.2850 - mae: 7.8718
Epoch 577/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 94.9724 - mse: 94.9724 - mae: 6.9551
Epoch 578/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 54.5343 - mse: 54.5343 - mae: 5.9469
Epoch 579/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 57.1729 - mse: 57.1729 - mae: 5.8483
Epoch 580/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 119.1861 - mse: 119.1861 - mae: 7.1522
Epoch 581/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 47.7973 - mse: 47.7973 - mae: 5.4967
Epoch 582/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 42.2677 - mse: 42.2677 - mae: 5.0010
Epoch 583/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 56.7621 - mse: 56.7621 - mae: 4.9388
Epoch 584/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 155.4456 - mse: 155.4456 - mae: 7.7674
Epoch 585/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 120.1583 - mse: 120.1583 - mae: 7.5882
Epoch 586/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 55.4609 - mse: 55.4609 - mae: 5.3823
Epoch 587/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 43.9958 - mse: 43.9958 - mae: 4.9329
Epoch 588/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 95.6210 - mse: 95.6210 - mae: 7.0904
Epoch 589/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 112.6105 - mse: 112.6105 - mae: 6.6390
Epoch 590/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 89.6694 - mse: 89.6694 - mae: 7.3073
Epoch 591/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 91.4648 - mse: 91.4648 - mae: 6.6288
Epoch 592/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 70.2567 - mse: 70.2567 - mae: 6.8246
Epoch 593/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 84.6804 - mse: 84.6804 - mae: 7.2395
Epoch 594/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 61.7749 - mse: 61.7749 - mae: 6.1137
Epoch 595/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 64.5952 - mse: 64.5952 - mae: 5.9922
Epoch 596/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 141.3738 - mse: 141.3738 - mae: 8.1291
Epoch 597/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 48.9663 - mse: 48.9663 - mae: 5.4684
Epoch 598/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 71.4297 - mse: 71.4297 - mae: 6.3833
Epoch 599/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 151.2632 - mse: 151.2632 - mae: 8.3802
Epoch 600/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 47.0419 - mse: 47.0419 - mae: 5.0239
Epoch 601/800
1/1 [=====] - 0s 22ms/step - loss: 66.0901 - mse: 66.0901 - mae: 6.0758
Epoch 602/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 100.7078 - mse: 100.7078 - mae: 5.9086
Epoch 603/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 38.7302 - mse: 38.7302 - mae: 4.4769

```

```

Epoch 604/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 68.5722 - mse: 68.5722 - mae: 6.4815
Epoch 605/800
1/1 [=====] - 0s 23ms/step - loss: 76.1297 - mse: 76.1297 - mae: 6.3649
Epoch 606/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 76.8642 - mse: 76.8642 - mae: 6.8075
Epoch 607/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 98.7248 - mse: 98.7248 - mae: 6.7465
Epoch 608/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 90.7135 - mse: 90.7135 - mae: 6.7459
Epoch 609/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 160.3094 - mse: 160.3094 - mae: 8.9183
Epoch 610/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 101.6840 - mse: 101.6840 - mae: 7.0450
Epoch 611/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 75.5419 - mse: 75.5419 - mae: 7.1916
Epoch 612/800
1/1 [=====] - 0s 20ms/step - loss: 67.7006 - mse: 67.7006 - mae: 6.1686
Epoch 613/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 43.3664 - mse: 43.3664 - mae: 4.8828
Epoch 614/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 56.7334 - mse: 56.7334 - mae: 5.5351
Epoch 615/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 102.1140 - mse: 102.1140 - mae: 7.3977
Epoch 616/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 36.2838 - mse: 36.2838 - mae: 4.8893
Epoch 617/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 56.3218 - mse: 56.3218 - mae: 5.9364
Epoch 618/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 85.8381 - mse: 85.8381 - mae: 5.7457
Epoch 619/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 57.6072 - mse: 57.6072 - mae: 6.0721
Epoch 620/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 41.4640 - mse: 41.4640 - mae: 5.7817
Epoch 621/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 46.6181 - mse: 46.6181 - mae: 5.3548
Epoch 622/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 98.6378 - mse: 98.6378 - mae: 7.5170
Epoch 623/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 127.9454 - mse: 127.9454 - mae: 8.3901
Epoch 624/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 135.5995 - mse: 135.5995 - mae: 7.5264
Epoch 625/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 138.2486 - mse: 138.2486 - mae: 8.8246
Epoch 626/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 48.8296 - mse: 48.8296 - mae: 5.3010
Epoch 627/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 67.4418 - mse: 67.4418 - mae: 5.6426
Epoch 628/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 71.2505 - mse: 71.2505 - mae: 6.0566
Epoch 629/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 63.0860 - mse: 63.0860 - mae: 5.7312
Epoch 630/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 37.4221 - mse: 37.4221 - mae: 5.1736
Epoch 631/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 170.9399 - mse: 170.9399 - mae: 9.0235
Epoch 632/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 113.8194 - mse: 113.8194 - mae: 8.1284
Epoch 633/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 44.4137 - mse: 44.4137 - mae: 4.7521
Epoch 634/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 87.3137 - mse: 87.3137 - mae: 6.2671
Epoch 635/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 59.5519 - mse: 59.5519 - mae: 5.8262

```

```

Epoch 636/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 40.0563 - mse: 40.0563 - mae: 5.2078
Epoch 637/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 65.8105 - mse: 65.8105 - mae: 6.1111
Epoch 638/800
1/1 [=====] - 0s 22ms/step - loss: 62.5201 - mse: 62.5201 - mae: 5.7124
Epoch 639/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 108.1712 - mse: 108.1712 - mae: 7.1771
Epoch 640/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 113.9037 - mse: 113.9037 - mae: 7.1006
Epoch 641/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 100.5691 - mse: 100.5691 - mae: 7.4338
Epoch 642/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 30.9939 - mse: 30.9939 - mae: 4.5722
Epoch 643/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 89.0053 - mse: 89.0053 - mae: 7.2409
Epoch 644/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 101.1636 - mse: 101.1636 - mae: 7.3610
Epoch 645/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 84.9458 - mse: 84.9458 - mae: 7.8305
Epoch 646/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 102.8526 - mse: 102.8526 - mae: 7.8099
Epoch 647/800
1/1 [=====] - 0s 23ms/step - loss: 58.7676 - mse: 58.7676 - mae: 6.1786
Epoch 648/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 81.1408 - mse: 81.1408 - mae: 6.7077
Epoch 649/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 102.2968 - mse: 102.2968 - mae: 5.8394
Epoch 650/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 36.0728 - mse: 36.0728 - mae: 4.9273
Epoch 651/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 43.4057 - mse: 43.4057 - mae: 3.7602
Epoch 652/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 31.3505 - mse: 31.3505 - mae: 4.4777
Epoch 653/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 29.5238 - mse: 29.5238 - mae: 4.0905
Epoch 654/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 40.2474 - mse: 40.2474 - mae: 4.8251
Epoch 655/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 46.4829 - mse: 46.4829 - mae: 5.1976
Epoch 656/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 103.5703 - mse: 103.5703 - mae: 7.6351
Epoch 657/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 28.2337 - mse: 28.2337 - mae: 3.9130
Epoch 658/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 73.2773 - mse: 73.2773 - mae: 7.1355
Epoch 659/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 48.9652 - mse: 48.9652 - mae: 5.6186
Epoch 660/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 66.7201 - mse: 66.7201 - mae: 6.7467
Epoch 661/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 104.7615 - mse: 104.7615 - mae: 7.8045
Epoch 662/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 39.9067 - mse: 39.9067 - mae: 4.6061
Epoch 663/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 40.7727 - mse: 40.7727 - mae: 5.2663
Epoch 664/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 61.6816 - mse: 61.6816 - mae: 5.8420
Epoch 665/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 50.4359 - mse: 50.4359 - mae: 5.5760
Epoch 666/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 49.1863 - mse: 49.1863 - mae: 5.1860
Epoch 667/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 105.1909 - mse: 105.1909 - mae: 7.5335

```

```

Epoch 668/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 97.5756 - mse: 97.5756 - mae: 7.0555
Epoch 669/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 49.4326 - mse: 49.4326 - mae: 5.6898
Epoch 670/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 62.9888 - mse: 62.9888 - mae: 6.7028
Epoch 671/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 120.3357 - mse: 120.3357 - mae: 7.5692
Epoch 672/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 80.7172 - mse: 80.7172 - mae: 6.8941
Epoch 673/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 78.2835 - mse: 78.2835 - mae: 6.3032
Epoch 674/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 105.2984 - mse: 105.2984 - mae: 7.2129
Epoch 675/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 130.4216 - mse: 130.4216 - mae: 7.8943
Epoch 676/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 66.3043 - mse: 66.3043 - mae: 5.5946
Epoch 677/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 49.2952 - mse: 49.2952 - mae: 4.7985
Epoch 678/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 115.0507 - mse: 115.0507 - mae: 8.1135
Epoch 679/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 38.2578 - mse: 38.2578 - mae: 5.1008
Epoch 680/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 80.5388 - mse: 80.5388 - mae: 7.7992
Epoch 681/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 55.8393 - mse: 55.8393 - mae: 5.9663
Epoch 682/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 126.4777 - mse: 126.4777 - mae: 8.3867
Epoch 683/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 151.5672 - mse: 151.5672 - mae: 9.8839
Epoch 684/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 69.9534 - mse: 69.9534 - mae: 6.1520
Epoch 685/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 57.0412 - mse: 57.0412 - mae: 5.6185
Epoch 686/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 52.4957 - mse: 52.4957 - mae: 4.7477
Epoch 687/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 52.7724 - mse: 52.7724 - mae: 6.0098
Epoch 688/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 54.0731 - mse: 54.0731 - mae: 5.3301
Epoch 689/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 54.4019 - mse: 54.4019 - mae: 5.7814
Epoch 690/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 44.9984 - mse: 44.9984 - mae: 5.1290
Epoch 691/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 70.6242 - mse: 70.6242 - mae: 6.7172
Epoch 692/800
1/1 [=====] - 0s 22ms/step - loss: 36.7520 - mse: 36.7520 - mae: 4.6745
Epoch 693/800
1/1 [=====] - 0s 21ms/step - loss: 81.3969 - mse: 81.3969 - mae: 5.8058
Epoch 694/800
1/1 [=====] - 0s 20ms/step - loss: 68.9205 - mse: 68.9205 - mae: 6.2226
Epoch 695/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 76.8527 - mse: 76.8527 - mae: 7.2146
Epoch 696/800
1/1 [=====] - 0s 21ms/step - loss: 86.9510 - mse: 86.9510 - mae: 6.9915
Epoch 697/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 99.2646 - mse: 99.2646 - mae: 6.9789
Epoch 698/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 54.7402 - mse: 54.7402 - mae: 5.2309
Epoch 699/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 146.5102 - mse: 146.5102 - mae: 9.3707

```

```

Epoch 700/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 65.1631 - mse: 65.1631 - mae: 5.9441
Epoch 701/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 35.7494 - mse: 35.7494 - mae: 5.2437
Epoch 702/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 135.0314 - mse: 135.0314 - mae: 8.7361
Epoch 703/800
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 83.4845 - mse: 83.4845 - mae: 6.3504
Epoch 704/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 62.2717 - mse: 62.2717 - mae: 6.2925
Epoch 705/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 58.0266 - mse: 58.0266 - mae: 5.2490
Epoch 706/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 102.7533 - mse: 102.7533 - mae: 7.6433
Epoch 707/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 69.6436 - mse: 69.6436 - mae: 6.3113
Epoch 708/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 30.1685 - mse: 30.1685 - mae: 4.0304
Epoch 709/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 51.4142 - mse: 51.4142 - mae: 5.4566
Epoch 710/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 61.1413 - mse: 61.1413 - mae: 5.9221
Epoch 711/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 177.5480 - mse: 177.5480 - mae: 9.8348
Epoch 712/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 73.3899 - mse: 73.3899 - mae: 6.2469
Epoch 713/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 136.5399 - mse: 136.5399 - mae: 8.2131
Epoch 714/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 48.2505 - mse: 48.2505 - mae: 5.1350
Epoch 715/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 86.1416 - mse: 86.1416 - mae: 6.3962
Epoch 716/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 105.8584 - mse: 105.8584 - mae: 7.1185
Epoch 717/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 48.3570 - mse: 48.3570 - mae: 5.4765
Epoch 718/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 36.2911 - mse: 36.2911 - mae: 4.7494
Epoch 719/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 38.5239 - mse: 38.5239 - mae: 5.2202
Epoch 720/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 101.9469 - mse: 101.9469 - mae: 7.3297
Epoch 721/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 126.1468 - mse: 126.1468 - mae: 9.1852
Epoch 722/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 30.9049 - mse: 30.9049 - mae: 4.3606
Epoch 723/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 123.3887 - mse: 123.3887 - mae: 7.7480
Epoch 724/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 55.8570 - mse: 55.8570 - mae: 5.8910
Epoch 725/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 111.2606 - mse: 111.2606 - mae: 8.0552
Epoch 726/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 37.6736 - mse: 37.6736 - mae: 4.8221
Epoch 727/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 85.3698 - mse: 85.3698 - mae: 7.6786
Epoch 728/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 90.6469 - mse: 90.6469 - mae: 6.6467
Epoch 729/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 93.7207 - mse: 93.7207 - mae: 7.0660
Epoch 730/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 83.4858 - mse: 83.4858 - mae: 7.2732
Epoch 731/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 33.0986 - mse: 33.0986 - mae: 3.5384

```

```

Epoch 732/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 67.5729 - mse: 67.5729 - mae: 6.1061
Epoch 733/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 31.8189 - mse: 31.8189 - mae: 4.7662
Epoch 734/800
1/1 [=====] - 0s 21ms/step - loss: 138.3186 - mse: 138.3186 - mae: 8.5184
Epoch 735/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 69.3932 - mse: 69.3932 - mae: 6.3105
Epoch 736/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 79.7112 - mse: 79.7112 - mae: 6.8270
Epoch 737/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 110.9827 - mse: 110.9827 - mae: 8.2150
Epoch 738/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 56.5962 - mse: 56.5962 - mae: 5.8909
Epoch 739/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 80.5864 - mse: 80.5864 - mae: 7.0443
Epoch 740/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 58.9497 - mse: 58.9497 - mae: 5.0364
Epoch 741/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 56.0400 - mse: 56.0400 - mae: 6.1669
Epoch 742/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 96.1512 - mse: 96.1512 - mae: 6.6404
Epoch 743/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 109.1288 - mse: 109.1288 - mae: 7.7209
Epoch 744/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 58.3420 - mse: 58.3420 - mae: 6.1039
Epoch 745/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 44.9931 - mse: 44.9931 - mae: 5.2512
Epoch 746/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 91.3679 - mse: 91.3679 - mae: 7.1079
Epoch 747/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 38.1370 - mse: 38.1370 - mae: 4.6991
Epoch 748/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 130.8391 - mse: 130.8391 - mae: 8.8435
Epoch 749/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 151.3765 - mse: 151.3765 - mae: 7.2935
Epoch 750/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 65.9622 - mse: 65.9622 - mae: 6.5458
Epoch 751/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 55.8367 - mse: 55.8367 - mae: 5.5070
Epoch 752/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 50.5731 - mse: 50.5731 - mae: 5.2300
Epoch 753/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 20.5208 - mse: 20.5208 - mae: 3.3790
Epoch 754/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 69.6207 - mse: 69.6207 - mae: 6.3380
Epoch 755/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 84.5714 - mse: 84.5714 - mae: 6.4160
Epoch 756/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 65.2501 - mse: 65.2501 - mae: 5.7679
Epoch 757/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 55.2200 - mse: 55.2200 - mae: 5.7436
Epoch 758/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 70.0879 - mse: 70.0879 - mae: 6.0065
Epoch 759/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 78.1380 - mse: 78.1380 - mae: 6.4834
Epoch 760/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 110.7460 - mse: 110.7460 - mae: 7.2462
Epoch 761/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 70.1913 - mse: 70.1913 - mae: 6.2731
Epoch 762/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 156.1137 - mse: 156.1137 - mae: 9.8381
Epoch 763/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 84.1178 - mse: 84.1178 - mae: 6.9223

```

```
Epoch 764/800
1/1 [=====] - 0s 19ms/step - loss: 53.5205 - mse: 53.5205 - mae: 6.2431
Epoch 765/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 96.2372 - mse: 96.2372 - mae: 8.0063
Epoch 766/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 33.7829 - mse: 33.7829 - mae: 4.8741
Epoch 767/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 137.1320 - mse: 137.1320 - mae: 8.4387
Epoch 768/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 94.1539 - mse: 94.1539 - mae: 6.9522
Epoch 769/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 58.2869 - mse: 58.2869 - mae: 5.6606
Epoch 770/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 102.5693 - mse: 102.5693 - mae: 7.9281
Epoch 771/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 47.9835 - mse: 47.9835 - mae: 5.4258
Epoch 772/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 70.0871 - mse: 70.0871 - mae: 5.9500
Epoch 773/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 87.2698 - mse: 87.2698 - mae: 6.1967
Epoch 774/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 57.4135 - mse: 57.4135 - mae: 6.3701
Epoch 775/800
1/1 [=====] - 0s 20ms/step - loss: 19.3890 - mse: 19.3890 - mae: 3.7612
Epoch 776/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 97.5641 - mse: 97.5641 - mae: 6.7789
Epoch 777/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 102.6503 - mse: 102.6503 - mae: 6.7512
Epoch 778/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 56.3591 - mse: 56.3591 - mae: 5.8339
Epoch 779/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 99.9436 - mse: 99.9436 - mae: 7.5029
Epoch 780/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 220.2793 - mse: 220.2793 - mae: 8.6801
Epoch 781/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 68.0030 - mse: 68.0030 - mae: 6.7674
Epoch 782/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 63.8261 - mse: 63.8261 - mae: 6.3415
Epoch 783/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 69.9662 - mse: 69.9662 - mae: 6.2041
Epoch 784/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 53.5448 - mse: 53.5448 - mae: 6.3166
Epoch 785/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 77.4460 - mse: 77.4460 - mae: 5.9276
Epoch 786/800
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 122.3583 - mse: 122.3583 - mae: 7.6033
Epoch 787/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 29.8244 - mse: 29.8244 - mae: 4.3510
Epoch 788/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 101.7914 - mse: 101.7914 - mae: 7.2084
Epoch 789/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 60.6076 - mse: 60.6076 - mae: 5.6348
Epoch 790/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 58.1699 - mse: 58.1699 - mae: 5.6879
Epoch 791/800
1/1 [=====] - 0s 13ms/step - loss: 78.8327 - mse: 78.8327 - mae: 6.1016
Epoch 792/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 99.8215 - mse: 99.8215 - mae: 5.6920
Epoch 793/800
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 15.8494 - mse: 15.8494 - mae: 3.2978
Epoch 794/800
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 31.3199 - mse: 31.3199 - mae: 4.6918
Epoch 795/800
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 78.2325 - mse: 78.2325 - mae: 6.6070
```

```
Epoch 796/800  
1/1 [=====] - 0s 17ms/step - loss: 61.6515 - mse: 61.6515 - mae: 6.5340  
Epoch 797/800  
1/1 [=====] - 0s 16ms/step - loss: 75.2256 - mse: 75.2256 - mae: 6.6287  
Epoch 798/800  
1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 47.2984 - mse: 47.2984 - mae: 5.4335  
Epoch 799/800  
1/1 [=====] - 0s 18ms/step - loss: 56.8022 - mse: 56.8022 - mae: 6.1087  
Epoch 800/800  
1/1 [=====] - 0s 15ms/step - loss: 120.5531 - mse: 120.5531 - mae: 7.2938
```

## Процесс и результат прогнозирования ДТП с участием водителей пассажирского транспорта на языке программирования Python 3.10

14.04.2023, 12:05

DTPModel.ipynb - Colaboratory

### ▼ Модель прогноза ДТП с учетом человеческого фактора

```
import os
import datetime
import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
```

Загрузка и подготовка данных

```
from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')
```

Mounted at /content/drive

```
Data = pd.read_excel('/content/drive/MyDrive/DTPdata/2019_data.xlsx', index_col='Region')
```

```
Data = pd.read_excel('/content/drive/MyDrive/2019_data.xlsx', index_col='Region')
```

```
Data.head()
```

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	..
<b>Region</b>											
<b>Белгородская область</b>	1174406	61483	2570	23095	938	17140	600	97	13762	0	..
<b>Брянская область</b>	385599	149959	1862	18803	3662	11569	467	69	9100	0	..
<b>Владимирская область</b>	849344	169256	2964	28480	2674	12995	543	32	10642	0	..
<b>Воронежская область</b>	962460	175390	4027	10935	249	28915	1210	80	21243	32	..

Параметры модели.

'x1' - нарушений ПДД

'x2' - УДД водитель - нарушения ПДД, ед.

'x3' - УДД водитель в опьянении - нарушения ПДД, ед.

'x4' - УДД пешеход - нарушения ПДД, ед.

'x5' - УДД пассажир - нарушения ПДД, ед.

'x6' - ВУ всего

'x7' - категория А

'x8' - категория А1

'x9' - категория В

'x10' - категория В1 AS

'x11' - категория В1 MS

'x12' - категория С

'x13' - категория С1

'x14' - категория D

'x15' - категория D1

'x16' - категория BE

'x17' - категория CE

'x18' - категория С1E

'x19' - категория DE

'x20' - категория D1E

14.04.2023, 12:05

DTPModel.ipynb - Colaboratory

'x21' - категория Тm трамвай  
'x22' - категория Тb троллейбус  
'x23' - категория М  
'x24' - ДТП всего  
'x25' - Погибло всего, чел  
'x26' - Ранено всего, чел  
'x27' - Тяжесть последствий средняя  
'x28' - ДТП из-за нарушения ПДД водителями ТС, ед  
'x29' - Погибло из-за нарушения ПДД водителями ТС, чел  
'x30' - Ранено из-за нарушения ПДД водителями ТС, чел  
'x31' - Тяжесть последствий из-за нарушения ПДД водителями ТС  
'x32' - ДТП с участием легковых ТС  
'x33' - Погибло с участием легковых ТС, чел  
'x34' - Ранено с участием легковых ТС, чел  
'x35' - Тяжесть последствий с участием легковых ТС  
'x36' - ДТП с участием грузовых ТС, ед  
'x37' - Погибло с участием грузовых ТС, чел  
'x38' - Ранено с участием  
'x39' - Тяжесть последствий с участием грузовых ТС  
'x40' - ДТП с участием автобусов, ед  
'x41' - Погибло с участием автобусов, чел  
'x42' - Ранено с участием автобусов, чел  
'x43' - Тяжесть последствий с участием автобусов  
'x44' - ДТП с участием мотоциклов, ед  
'x45' - Погибло с участием мотоциклов, чел  
'x46' - Ранено с участием мотоциклов, чел  
'x47' - Тяжесть последствий с участием мотоциклов  
'x48' - ДТП со стажем управления до 2 лет, ед  
'x49' - Погибло со стажем управления до 2 лет, чел  
'x50' - Ранено со стажем управления до 2 лет, чел  
'x51' - Тяжесть последствий со стажем управления до 2 лет  
'x52' - ДТП по вине водителя мужчины со стажем управления до 2 лет  
'x53' - Погибло по вине водителя мужчины со стажем управления до 2 лет, чел  
'x54' - Ранено по вине водителя мужчины со стажем управления до 2 лет, чел  
'x55' - Тяжесть последствий по вине водителя мужчины со стажем управления до 2 лет  
'x56' - ДТП по вине водителя женщины со стажем управления до 2 лет  
'x57' - Погибло по вине водителя женщины со стажем управления до 2 лет, чел  
'x58' - Ранено по вине водителя женщины со стажем управления до 2 лет, чел  
'x59' - Тяжесть последствий по вине водителя женщины со стажем управления до 2 лет  
'x60' - ДТП из-за нарушения ПДД пешеходами, ед  
'x61' - Погибло из-за нарушения ПДД пешеходами, чел  
'x62' - Ранено из-за нарушения ПДД пешеходами, чел  
'x63' - Тяжесть последствий из-за нарушения ПДД пешеходами  
'x64' - ДТП из-за нарушения ПДД пешеходами в состоянии опьянения, ед  
'x65' - Погибло из-за нарушения ПДД пешеходами в состоянии опьянения, чел  
'x66' - Ранено из-за нарушения ПДД пешеходами в состоянии опьянения, чел

14.04.2023, 12:05

DTPModel.ipynb - Colaboratory

'x67' - Тяжесть последствий из-за нарушения ПДД пешеходами в состоянии опьянения  
'x68' - ДТП с участием детей в возрасте до 16 лет  
'x69' - Погибло детей в возрасте до 16 лет, чел  
'x70' - Ранено детей в возрасте до 16 лет, чел  
'x71' - Тяжесть последствий ДТП с участием детей в возрасте до 16 лет  
'x72' - ДТП с детьми-пассажирами  
'x73' - Погибло детей-пассажиров, чел  
'x74' - Ранено с детей-пассажиров, чел  
'x75' - Тяжесть последствий ДТП с детьми-пассажирами  
'x76' - ДТП с детьми-пешеходами  
'x77' - Погибло детей-пешеходов, чел  
'x78' - Ранено детей-пешеходов, чел  
'x79' - Тяжесть последствий ДТП с детьми-пешеходами  
'x80' - ДТП с детьми-водителями механических ТС  
'x81' - Погибло детей-водителей механических ТС, чел  
'x82' - Ранено детей-водителей механических ТС, чел  
'x83' - Тяжесть последствий ДТП с детьми-водителями механических ТС  
'x84' - ДТП с детьми - велосипедистами  
'x85' - Погибло детей - велосипедистов, чел  
'x86' - Ранено детей - велосипедистов  
'x87' - Тяжесть последствий ДТП с детьми - велосипедистами  
'x88' - ДТП по собственной неосторожности детей  
'x89' - Погибло детей по собственной неосторожности детей  
'x90' - Ранено детей по собственной неосторожности детей  
'x91' - Тяжесть последствий по собственной неосторожности детей  
'x92' - ДТП по собственной неосторожности детей - пешеходов  
'x93' - Погибло по собственной неосторожности детей-пешеходов  
'x94' - Ранено по собственной неосторожности детей-пешеходов  
'x95' - Тяжесть последствий по собственной неосторожности детей-пешеходов  
'x96' - ДТП по собственной неосторожности детей-водителей механических ТС  
'x97' - Погибло по собственной неосторожности детей-водителей механических ТС  
'x98' - Ранено по собственной неосторожности детей-водителей механических ТС  
'x99' - Тяжесть последствий ДТП по собственной неосторожности детей-водителей механических ТС  
'x100' - ДТП по собственной неосторожности детей-велосипедистов  
'x101' - Погибло по собственной неосторожности детей-велосипедистов, чел  
'x102' - Ранено по собственной неосторожности детей-велосипедистов, чел  
'x103' - Тяжесть последствий по собственной неосторожности детей-велосипедистов  
'x104' - население, чел  
'x105' - % от общ. населения РФ  
'x106' - Городское население, чел  
'x107' - % от городского населения  
'x108' - сельское население, чел  
'x109' - % от сельского населения  
'x110' - площадь, км2  
'x111' - плотность населения, чел/км2  
'x112' - уровень автомобилизации, авт/1000 жит.

14.04.2023, 12:05

DTPModel.ipynb - Colaboratory

'x113' - плотность дорог с твердым покрытием, км/1000 кв. км  
'x114' - Общая протяженность автомобильных дорог - всего  
'x115' - общая протяженность дорог, км  
'x116' - Удельный вес АД с твердым покрытием в общей протяженности АД общего пользования  
'x117' - Среднедушевые денежные доходы, руб./месяц  
'x118' - количество грузовых автомобилей  
'x119' - длительность зимнего периода, дней  
'x120' - транспортный индекс  
'x121' - ДТП с участием водителей возраст которых от 0 до 10 лет  
'x122' - Погибло с участием водителей возраст которых от 0 до 10 лет, чел  
'x123' - Ранено с участием водителей возраст которых от 0 до 10 лет, чел  
'x124' - Тяжесть последствий ДТП с участием водителей возраст которых от 0 до 10 лет  
'x125' - ДТП с участием водителей возраст которых от 10 до 14 лет  
'x126' - Погибло с участием водителей возраст которых от 10 до 14 лет, чел  
'x127' - Ранено с участием водителей возраст которых от 10 до 14 лет, чел  
'x128' - Тяжесть последствий ДТП с участием водителей возраст которых от 10 до 14 лет  
'x129' - ДТП с участием водителей возраст которых от 14 до 16 лет  
'x130' - Погибло с участием водителей возраст которых от 14 до 16 лет, чел  
'x131' - Ранено с участием водителей возраст которых от 14 до 16 лет, чел  
'x132' - Тяжесть последствий ДТП с участием водителей возраст которых от 14 до 16 лет  
'x133' - ДТП с участием водителей возраст которых от 16 до 18 лет  
'x134' - Погибло с участием водителей возраст которых от 16 до 18 лет, чел  
'x135' - Ранено с участием водителей возраст которых от 16 до 18 лет, чел  
'x136' - Тяжесть последствий с участием водителей возраст которых от 16 до 18 лет  
'x137' - ДТП с участием водителей возраст которых от 18 до 21 лет  
'x138' - Погибло с участием водителей возраст которых от 18 до 21 лет  
'x139' - Ранено с участием водителей возраст которых от 18 до 21 лет  
'x140' - Тяжесть последствий ДТП с участием водителей возраст которых от 18 до 21 лет  
'x141' - ДТП с участием водителей возраст которых от 21 до 25 лет  
'x142' - Погибло с участием водителей возраст которых от 21 до 25 лет, чел  
'x143' - Ранено с участием водителей возраст которых от 21 до 25 лет  
'x144' - Тяжесть последствий с участием водителей возраст которых от 21 до 25 лет  
'x145' - ДТП с участием водителей возраст которых от 25 до 30 лет  
'x146' - Погибло с участием водителей возраст которых от 25 до 30 лет, чел  
'x147' - Ранено с участием водителей возраст которых от 25 до 30 лет  
'x148' - Тяжесть последствий с участием водителей возраст которых от 25 до 30 лет  
'x149' - ДТП с участием водителей возраст которых от 30 до 40 лет  
'x150' - Погибло с участием водителей возраст которых от 30 до 40 лет, чел  
'x151' - Ранено с участием водителей возраст которых от 30 до 40 лет, чел  
'x152' - Тяжесть последствий с участием водителей возраст которых от 30 до 40 лет  
'x153' - ДТП с участием водителей возраст которых от 40 до 50 лет  
'x154' - Погибло с участием водителей возраст которых от 40 до 50 лет, чел  
'x155' - Ранено с участием водителей возраст которых от 40 до 50 лет, чел  
'x156' - Тяжесть последствий с участием водителей возраст которых от 40 до 50 лет  
'x157' - ДТП с участием водителей возраст которых от 50 до 60 лет  
'x158' - Погибло с участием водителей возраст которых от 50 до 60 лет, чел

14.04.2023, 12:05

DTPModel.ipynb - Colaboratory

'x159' - Ранено с участием водителей возраст которых от 50 до 60 лет, чел  
'x160' - Тяжесть последствий с участием водителей возраст которых от 50 до 60 лет  
'x161' - ДТП с участием водителей возраст которых от 60 до 70 лет  
'x162' - Погибло с участием водителей возраст которых от 60 до 70 лет, чел  
'x163' - Ранено с участием водителей возраст которых от 60 до 70 лет, чел  
'x164' - Тяжесть последствий с участием водителей возраст которых от 60 до 70 лет  
'x165' - ДТП с участием водителей возраст которых свыше 70 лет  
'x166' - Погибло с участием водителей возраст которых свыше 70 лет, чел  
'x167' - Ранено с участием водителей возраст которых свыше 70 лет, чел  
'x168' - Тяжесть последствий с участием водителей возраст которых свыше 70 лет  
'x169' - ДТП с участием водителей со стажем управления от 2 до 5 лет  
'x170' - Погибло с участием водителей со стажем управления от 2 до 5 лет, чел  
'x171' - Ранено с участием водителей со стажем управления от 2 до 5 лет, чел  
'x172' - Тяжесть последствий с участием водителей со стажем управления от 2 до 5 лет  
'x173' - ДТП с участием водителей со стажем управления от 5 до 10 лет  
'x174' - Погибло с участием водителей со стажем управления от 5 до 10 лет, чел  
'x175' - Ранено с участием водителей со стажем управления от 5 до 10 лет, чел  
'x176' - Тяжесть последствий с участием водителей со стажем управления от 5 до 10 лет  
'x177' - ДТП с участием водителей со стажем управления от 10 до 15 лет  
'x178' - Погибло с участием водителей со стажем управления от 10 до 15 лет, чел  
'x179' - Ранено с участием водителей со стажем управления от 10 до 15 лет, чел  
'x180' - Тяжесть последствий с участием водителей со стажем управления от 10 до 15 лет  
'x181' - ДТП с участием водителей со стажем управления свыше 15 лет  
'x182' - Погибло с участием водителей со стажем управления свыше 15 лет, чел  
'x183' - Ранено с участием водителей со стажем управления свыше 15 лет, чел  
'x184' - Тяжесть последствий с участием водителей со стажем управления свыше 15 лет  
'x185' - ДТП с водителями гражданами стран СНГ  
'x186' - Погибло с участием водителей граждан стран СНГ, чел  
'x187' - Ранено с участием водителей граждан стран СНГ, чел  
'x188' - Тяжесть последствий с участием водителей граждан стран СНГ  
'x189' - ДТП с участием водителей гражданами иностранных государств  
'x190' - Погибло с участием водителей гражданами иностранных государств, чел  
'x191' - Ранено с участием водителей гражданами иностранных государств, чел  
'x192' - Тяжесть последствий с участием водителей гражданами иностранных государств  
'x193' - ДТП в городских поселениях с числом жителей 1 млн. и более  
'x194' - Погибло в городских поселениях с числом жителей 1 млн. и более  
'x195' - Ранено в городских поселениях с числом жителей 1 млн. и более  
'x196' - Тяжесть последствий в городских поселениях с числом жителей 1 млн. и более  
'x197' - ДТП в городских поселениях с числом жителей 250-999,9  
'x198' - Погибло в городских поселениях с числом жителей 250-999,9  
'x199' - Ранено в городских поселениях с числом жителей 250-999,9  
'x200' - Тяжесть последствий в городских поселениях с числом жителей 250-999,9  
'x201' - количество перевезенных пассажиров автобусами, млн.чел.  
'x202' - безработные, тыс.чел.  
'x203' - иностранные граждане, имеющие разрешение на работу, чел  
'x204' - Распределение мигрантов по возрастным группам (миграционный прирост/убыль) Трудоспособ возраст, чел

14.04.2023, 12:05

DTPModel.ipynb - Colaboratory

'x205' - дети детсад, тыс.чел.

'x206' - школьники, тыс.чел.

'x207' - учащиеся СПО, тыс.чел.

'x208' - учащиеся ВУЗ, тыс.чел.

'x209' - пенсионеры, тыс.чел.

'x210' - Ввод в действие жилых домов, кв м на 1000 человек населения

'x211' - Число ДТП на 100 000 человек населения

'x212' - Число погибших в ДТП на 100 000 человек населения

'x213' - Количество раненых в дтп, человек на 100 тыс. населения

'x214' - класс

```
X_list=['x14', 'x43', 'x106', 'x111', 'x112', 'x113', 'x116', 'x119', 'x120', 'x201', 'x211']#
```

```
Y_list=['x40']
```

```
"""
```

```
X = pd.DataFrame()
```

```
for n in X_list:
```

```
    X[n]=Data[n]
```

```
Y = pd.DataFrame()
```

```
for n in Y_list:
```

```
    Y[n]=Data[n]
```

```
X.head()
```

```
"""
```

```

'\nX = pd.DataFrame()\nfor n in X_list:\n    X[n]=Data[n]\n\nY = pd.DataFrame()\nfo
r n in Y_list:\n    Y[n]=Data[n]\n\nX.head()\n'
```

```
X = Data[Data.klaster == 9] [X_list]
```

```
Y = Data[Data.klaster == 9] [Y_list]
```

```
X.head()
```

	x14	x43	x106	x111	x112	x113	x116	x119	x120	x201	x
<b>Region</b>											
<b>Владимирская область</b>	386	3.6	1062867	46.71	296.2	347.0	23539	150.0	2.83	89.3	16
<b>Воронежская область</b>	1281	4.7	1579415	44.51	346.7	359.0	30289	135.0	2.90	206.1	16
<b>Курская область</b>	320	7.2	756464	36.81	314.2	371.0	27275	140.0	2.83	113.9	16

```
from sklearn.model_selection import train_test_split
```

```
from keras.layers import Normalization
```

```
"""
```

```
X_train, X_test, Y_train, Y_test = train_test_split(X, Y, test_size=0.10) # test_size=0.15 - доля записей, которые будут использованы в »
```

```
X_train_features = X_train.copy()
```

```
Y_train_features = Y_train.copy()
```

```
"""
```

```
X_train_features = X.copy()
```

```
Y_train_features = Y.copy()
```

```
data_normalizer = Normalization(axis=-1)
```

```
data_normalizer.adapt(np.array(X_train_features))
```

Создание нейронной сети

```
from keras.models import Sequential
from keras.layers import Dense, Dropout
```

```
model = Sequential()
```

```
model.add(data_normalizer)
```

```
model.add(Dense(64, input_dim = len(X_list), activation = 'relu'))
```

```
model.add(Dropout(0.15))
```

```
model.add(Dense(128, activation = 'relu'))
```

```
model.add(Dropout(0.18))
```

14.04.2023, 12:05

DTPModel.ipynb - Colaboratory

```

model.add(Dense(256, activation = 'relu'))
model.add(Dropout(0.18))
#model.add(Dense(64, activation = 'relu'))
#model.add(Dropout(0.18))
model.add(Dense(1))
model.compile(optimizer = 'adam', loss = 'mean_squared_error', metrics = ['mse', 'mae']) # metrics = ['mse', 'mae']

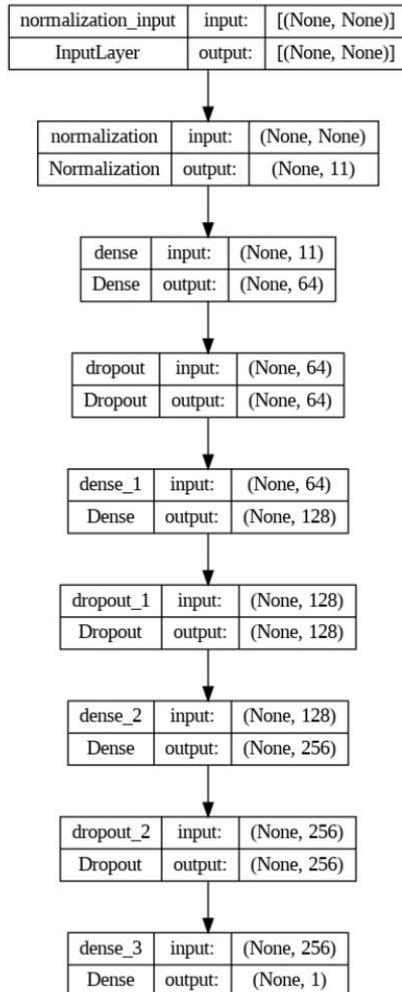
```

Визуализация сети

```

from keras.utils.vis_utils import plot_model
plot_model(model, show_shapes=True, show_layer_names=True)

```



Обучение сети

```

history = model.fit(X_train_features, Y_train_features, epochs=800) #model.fit(X_train_features, Y_train_features, validation_split=0.2,

```

14.04.2023, 12:05

DTPModel.ipynb - Colaboratory

```

1/1 [=====] - 0s 14ms/step - loss: 65.2947 - mse: 65.2947 - mae: 6.6666
Epoch 779/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 43.7238 - mse: 43.7238 - mae: 5.6339
Epoch 780/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 173.2381 - mse: 173.2381 - mae: 10.7048
Epoch 781/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 167.9699 - mse: 167.9699 - mae: 9.1643
Epoch 782/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 87.7768 - mse: 87.7768 - mae: 7.1350
Epoch 783/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 149.6043 - mse: 149.6043 - mae: 6.3748
Epoch 784/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 115.0642 - mse: 115.0642 - mae: 8.6998
Epoch 785/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 79.6372 - mse: 79.6372 - mae: 6.2918
Epoch 786/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 122.6878 - mse: 122.6878 - mae: 9.4540
Epoch 787/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 66.4548 - mse: 66.4548 - mae: 6.1176
Epoch 788/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 263.3799 - mse: 263.3799 - mae: 9.8376
Epoch 789/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 228.2057 - mse: 228.2057 - mae: 9.3875
Epoch 790/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 92.9670 - mse: 92.9670 - mae: 7.2091
Epoch 791/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 130.5238 - mse: 130.5238 - mae: 8.9462
Epoch 792/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 124.4594 - mse: 124.4594 - mae: 8.5917
Epoch 793/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 140.3125 - mse: 140.3125 - mae: 7.3111
Epoch 794/800
1/1 [=====] - 0s 12ms/step - loss: 90.4995 - mse: 90.4995 - mae: 7.5324
Epoch 795/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 132.3204 - mse: 132.3204 - mae: 8.1178
Epoch 796/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 193.4451 - mse: 193.4451 - mae: 8.0507
Epoch 797/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 76.0917 - mse: 76.0917 - mae: 7.3089
Epoch 798/800
1/1 [=====] - 0s 10ms/step - loss: 63.4773 - mse: 63.4773 - mae: 6.8352
Epoch 799/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 200.8423 - mse: 200.8423 - mae: 8.8546
Epoch 800/800
1/1 [=====] - 0s 11ms/step - loss: 75.6778 - mse: 75.6778 - mae: 6.2222

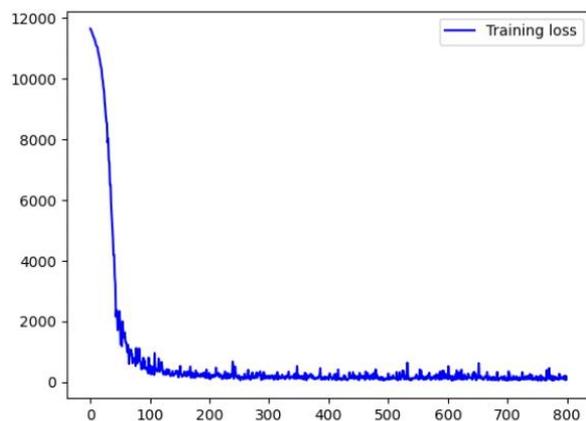
```

Ошибка в процессе обучения

```

loss = history.history['loss']
epochs = range(len(loss))
plt.figure()
plt.plot(epochs, loss, 'b', label='Training loss')
plt.legend()
plt.show()

```



Оценка корреляции предсказанных моделью и наблюдаемых данных См. [https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.metrics.r2\\_score.html#sklearn.metrics.r2\\_score](https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.metrics.r2_score.html#sklearn.metrics.r2_score)

```

from sklearn.metrics import r2_score
#Y_predict = model.predict(X_train)

```

<https://colab.research.google.com/drive/1J7MMqHbN5SMSaZddSLSKeydlJA9u02hn#scrollTo=2VdDtG4FAS2q&printMode=true>

8/9

14.04.2023, 12:05

DTPModel.ipynb - Colaboratory

```
#r2_score(Y_train, Y_predict)
Y_predict = model.predict(X)
r2_score(Y, Y_predict)

1/1 [=====] - 0s 114ms/step
0.9947805881320347
```

```
out = Y.copy()
out['Pred'] = Y_predict
out['rezidal'] = out['x40'] - out['Pred']
out['rm'] = out['rezidal']/out['x40']*100
```

out

	x40	Pred	rezidal	rm
<b>Region</b>				
<b>Владимирская область</b>	42	40.914391	1.085609	2.584784
<b>Воронежская область</b>	97	93.716164	3.283836	3.385398
<b>Курская область</b>	53	51.167503	1.832497	3.457541
<b>Липецкая область</b>	49	45.769855	3.230145	6.592132
<b>Рязанская область</b>	45	45.528702	-0.528702	-1.174893
<b>Тульская область</b>	73	69.370995	3.629005	4.971240
<b>Ярославская область</b>	75	73.429619	1.570381	2.093842
<b>Вологодская область</b>	57	54.581154	2.418846	4.243590
<b>Республика Татарстан (Татарстан)</b>	131	126.563606	4.436394	3.386560
<b>Пермский край</b>	89	85.090599	3.909401	4.392585
<b>Нижегородская область</b>	306	303.828278	2.171722	0.709713
<b>Оренбургская область</b>	62	62.490158	-0.490158	-0.790578
<b>Пензенская область</b>	67	64.699150	2.300850	3.434104
<b>Саратовская область</b>	106	105.248238	0.751762	0.709210
<b>Алтайский край</b>	115	108.157280	6.842720	5.950191
<b>Красноярский край</b>	75	69.301399	5.698601	7.598134
<b>Иркутская область</b>	111	102.531532	8.468468	7.629250
<b>Кемеровская область</b>	83	76.841682	6.158318	7.419660
<b>Омская область</b>	108	102.190376	5.809624	5.379281

```
Y_predict_test = model.predict(X_test)
r2_score(Y_test, Y_predict_test)

1/1 [=====] - 0s 23ms/step
0.8169691084266861
```

✓ 0 сек. выполнено в 12:04

● ×

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

### Методика подготовки водителей возрастом до 18 лет

Необходимость подготовки водителей различного возраста к безопасному дорожному движению, понимания и выполнения последовательности решаемых задач обусловлена потребностями государства и общества в обеспечении БДД, статистическими данными аварийности и требует наличия методики подготовки водителей младше 18 лет. Схема разработанной методики с учетом возраста, психофизиологических особенностей водителей и управляемых ими транспортных средств представлена на рисунке 1. Рассмотрим ее этапы более подробно.

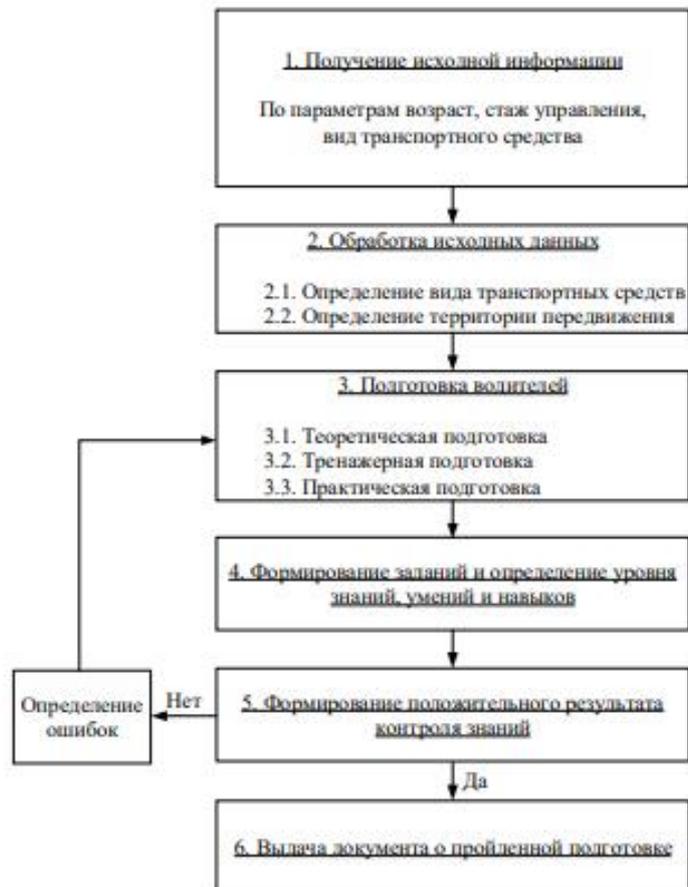


Рисунок 1 – Схема методики подготовки водителей до 18 лет

Методика подготовки водителей возрастом до 18 лет состоит из следующих этапов.

### 1 этап. Получение исходной информации.

Получение исходной информации происходит на основе программного анкетирования водителей до 18 лет и включает в себя параметры возраст, пол, стаж управления, вид транспортного средства и зависит от откровенности анкетлируемого водителя. Анкетирование проводится в виде тестовых заданий множественного выбора (рисунок 2).

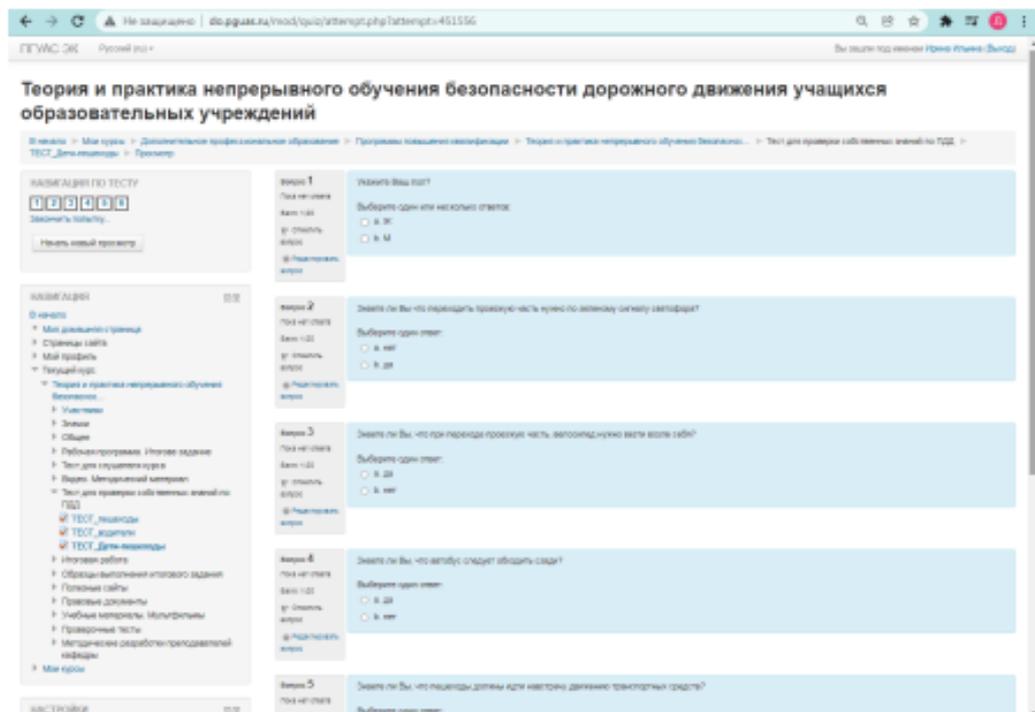


Рисунок 2 – Вид анкеты для водителей. Фрагмент

Целью получения исходной информации является определение соответствия действий водителей возрастом до 18 лет Правилам дорожного движения [1]:

– дети от 7 до 14 лет имеют право передвигаться на средствах индивидуальной мобильности (электросамокаты, электроскейтборды,

гироскутеры, сигвеи, моноколеса).

– дети, достигшие 16 лет и получившие водительское удостоверение, имеют право управлять скутером и мопедом (категория «М»).

Стаж управления необходимо учитывать для водителей, имеющих категорию управления «М».

На данном этапе проводится сбор данных с целью последующей их обработки и анализа.

## **2 этап. Обработка исходных данных.**

Определяется потенциальная территория передвижения водителей на транспортных средствах. Обработка осуществляется с помощью инструментов извлечения и интегрирования данных российского производства, например, OneBridge.

Целью проведения обработки данных является определение соответствия действий водителей младше 18 лет Правилам дорожного движения [1]:

– передвижение на СИМ детей младше 7 лет должно осуществляться только в сопровождении взрослых, самостоятельно дети до 7 лет имеют право передвигаться на велосипедах.

– дети от 7 до 14 лет имеют право передвигаться на СИМ по тротуарам, пешеходным, велосипедным и велопешеходным дорожкам, а также в пределах пешеходных зон.

– водители возрастом старше 14 лет имеют право передвигаться по велосипедной, велопешеходной дорожкам, проезжей части велосипедной зоны или полосе для велосипедистов, вес СИМ используемых водителями старше 14 лет не должны превышать 35 кг.

– водителям с 16 лет предоставляется право управлять мопедом, трициклом и квадрициклом с бензиновым мотором до 50 см<sup>3</sup> или электромотором до 4 кВт при максимальной скорости движения до 50 км/ч.

Выполнение данного этапа позволяет исключить возможность несоответствия вида транспортного средства и возраста водителя при

подготовке водителей возрастом до 18 лет.

### **3 Этап. Подготовка водителей.**

#### **3.1. Теоретическая подготовка**

Теоретическая подготовка проводится по сгруппированным темам в зависимости от возраста водителя и вида управляемого им транспортного средства [2].

Все вопросы, содержащиеся в тестах для водителей до 9 лет, должны быть сгруппированы по темам:

- безопасность велосипедиста – 60 % от общего количества вопросов (правила перевозки пассажиров, грузов, безопасность движения в условиях недостаточной видимости и обзорности);

- безопасность пешехода – 15 % от общего количества вопросов (правила перехода проезжей части и движения по велосипедной дорожке);

- оказание доврачебной помощи – 10 % от общего количества вопросов (правила применения бактерицидных салфеток и йода);

- дорожные знаки – 10 % от общего количества вопросов (регулирующие движение велосипедиста);

- светофорное регулирование – 5 % от общего количества вопросов (значение желтого сигнала светофора).

Все вопросы, содержащиеся в тестах для водителей 16 – 18 лет должны быть сгруппированы по темам:

- торможение механического транспортного средства – 13 % от общего количества вопросов (общее понятие и определение величины);

- дорожная и пассивная безопасность – 13 % от общего количества вопросов (общие вопросы безопасности, снижение тяжести последствий ДТП);

- оказание доврачебной помощи – 20 % от общего количества вопросов (действия при ранении конечностей, правила наложения жгута);

- управление механическим транспортным средством – 27 % от общего количества вопросов (правила изменения движения, остановки и стоянки,

проезда пешеходных переходов);

- дорожные знаки – 7 % от общего количества вопросов (какие знаки используются при движении);

- правила движения пешехода – 20 % от общего количества вопросов (при отсутствии тротуаров, вне населенного пункта, при приближающемся транспортном средстве).

Все вопросы, содержащиеся в тестах для водителей 10 – 15 лет, условно сгруппированы по темам:

- управление механическим транспортным средством – 20 % от общего количества вопросов (возраст с которого разрешено управление, действие водителя при наличии пешеходов);

- безопасность пассажира – 7 % от общего количества вопросов (снижение тяжести последствий ДТП);

- видимость – 13 % от общего количества вопросов (восприятие скорости движения автомобиля пешеходом в условиях тумана, снегопада);

- оказание доврачебной помощи – 20 % от общего количества вопросов (действие при носовом кровотечении, правила обработки раны);

- световые приборы автомобиля – 7 % от общего количества вопросов (какие используются в светлое время суток);

- правила движения пешехода – 33 % от общего количества вопросов (ответственность пешехода, правила пересечения проезжей части).

### 3.2. Тренажерная подготовка

Заключается в тестировании водителей до 18 лет на психофизиологическом тренажере УПДК (универсальный психодиагностический комплекс) для определения особенностей восприятия дорожной обстановки по пяти тестам «Уровень восприятия скорости и расстояния», «Склонность к риску», «Распределение внимания», «Эмоциональная устойчивость», «Сложная двигательная реакция». Общее время выполнения процедуры психофизиологического тестирования определяется возрастом водителя и составляет от получаса до полутора

часов.

Тестирование по остальным тестам (оценка монотоноустойчивости, бдительности, динамики работоспособности, концентрация внимания, глазомера) нецелесообразно в связи с функциональным несоответствием заданий тестов к ситуации на дороге для водителя возрастом до 18 лет.

### 3.3. Практическая подготовка

Заключается в проведении занятий по безопасному вождению на игровой площадке в условиях приближенных к условиям улично-дорожной сети места проживания водителя.

### 4 этап. Формирование заданий и определение уровня знаний, умений и навыков

Для контроля уровня знаний ЭВМ формируются задания, соответствующие параметрам «возраст» и «вид транспортного средства» на основании базы данных заданий (рисунок 3) [3, 4] или контроль знаний проходит на бумажном носителе по разработанным тестам (рисунок 4) [2].

Код	вопрос	правильный ответ
1	Что означает термин «недостаточная видимость»?	б) дым, снегопад и туман;
3	Как воспримется скорость встречного автомобиля в темное время суток и в пасмурную погоду?	б) выше, чем в действительности;
4	Что необходимо сделать человеку, чтобы избежать ударов в детали внутреннего оборудования наружного транспортного средства?	б) следует держаться за поручки;
5	Какие виды административных взысканий могут применяться к пешеходу за нарушение ПДД?	а) предупреждение или штраф;
6	Что необходимо сделать при высадке пострадавшего у пострадавшего?	б) прижать ему положение головы, голову наклонить вперед, обеспечить холодные компрессы;
7	Как оказать помощь при обмороке?	б) перевернуть в прохладное место, уложить, охладить голову и область сердца, наложить прохладный компресс;
8	Как правильно обработать рану?	б) обработать рану вокруг раны настоем йода, наложить рану стерильной марлей и наложить бинтовую повязку;
9	С какого возраста разрешено управлять легковым автомобилем?	а) с 18 лет.
10	Когда водитель должен уступить дорогу пешеходу?	г) во всех перечисленных случаях.
11	Какие виды световых приборов должны быть включены на транспортном средстве при движении в светлое время суток?	б) только фары ближнего света;

Рисунок 3 – Формирование задания для контроля уровня знаний водителя до 18 лет



### 5 этап. Формирование положительного результат контроля знаний

Положительный результат контроля знаний, умений и навыков должен быть 65% и более. При достижении данного уровня происходит программный переход на следующий этап.

При получении результата менее 65 % происходит программное определение ошибок и повтор этапов 3, 4, 5.

Результаты экспериментальных исследований проверки знаний водителей возрастом до 18 лет записываются в табличной форме (табл. 1 – табл. 4)

Таблица 1 – Результаты тестирования водителей возрастом 16 – 18 лет

Уровень знаний водителей 16 – 18 лет.	% правильных ответов	Результаты тестирования, %	
		Группа № 1	Группа № 2
неудовлетворительные	менее 20	-	-
достаточные	21-60	20	10
хорошие	61 – 99	36	34
отличные	100	-	-
	Итого	56	44

Никто из водителей до 18 лет не смог ответить правильно на все вопросы теста. Максимальное количество правильных ответов, как у возрастом 16 – 18 лет группы № 1, так и у группы № 2 составляет 93 %. Наименьшее количество правильных ответов у группы № 1 – 47 %, у группы № 2 – 33 %. Наибольшее затруднение вызвал вопрос касающийся общего понятий [5].

Но в вопросе определения длины остановочного пути при скорости движения 60 км/ч 92 % водителей возрастом 16 – 18 лет дали правильный ответ, что можно объяснить их логическим мышлением и умением рассуждать.

Таблица 2 – Распределение правильных ответов по темам теста водителей  
возрастом 16 – 18 лет

Наименование темы	% правильных ответов	
	Группа № 1	Группа № 2
остановочный путь	52	56
дорожная и пассивная безопасность	89	91
оказание доврачебной помощи	77	80
управление автомобилем	70	66
дорожные знаки	68	76
правила движения пешехода	61	73

Практически все водители возрастом 16 – 18 лет – 97 % знают средства обеспечения пассивной безопасности в автомобиле. В основном вопросы не вызвали затруднений и результаты правильных ответов варьируются в пределах 54 – 97 %

Таблица 3 – Результаты итогового тестирования водителей возрастом 10 – 12 лет

Уровень знаний школьников	% правильных ответов	Результаты тестирования 5-6 кл.		
		Всего	Группа № 1 % от всех участвовавших в тестировании	Группа № 2 % от всех участвовавших в тестировании
неудовл	менее 20%	-	-	-
достаточные	21-60	<b>30</b>	25	35
хорошие	61 – 99%	<b>20</b>	7	33
отличные	100%	-	-	-
		<b>50 чел.</b>	32%	68%

Таблица 4 – Распределение правильных ответов водителей возрастом 10 – 12 лет

Наименование темы и количество вопросов	% правильных ответов	
	Группа № 1	Группа № 2
оказание медицинской помощи, 2 (10%)	61,8	81,3
безопасность велосипедиста, 12 (60%)	55,0	54,0
безопасность пешехода, 3 (15%)	78,4	79,2
дорожные знаки, 2 (10%)	47,0	50,0
светофорное регулирование, 1 (5%)	94,1	100,0



Рисунок 5 – Проведение занятия по ПДД и повторного тестирования водителей возрастом 10 – 12 лет

#### **6 этап. Выдача документа о пройденной подготовке.**

На данном этапе формируется документ, вид которого зависит от возраста водителя до 18 лет: диплом, сертификат, сроком действия 1 год [6].

#### **Список источников**

1. Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 19.04.2024) «О Правилах дорожного движения».

2. Дополнительная профессиональная образовательная программа повышения квалификации педагогов «Теория и практика непрерывного обучения безопасности дорожного движения учащихся образовательных учреждений» (72 час.). – Пенза: ПГУАС. – 2020. – 88 с.

3. Ильина, И.Е. Оценка знаний правил безопасного дорожного движения. Тестовые вопросы для учеников 1 – 4 классов / И.Е. Ильина // Свид-во о регистрации базы данных 2022621089. – Заявка № 2022620870 от 25.04.2022. – Решение о выдаче свидетельства 16.05.2022.

4. Ильина, И.Е. Оценка знаний правил безопасного дорожного движения. Тестовые вопросы для учеников 5 – 9 классов / И.Е. Ильина // Свид-во о регистрации базы данных 2022621090. – Заявка № 2022620871 от 25.04.2022. – Решение о выдаче свидетельства 16.05.2022.

5. Ильина, И.Е. Повышение дорожной безопасности и профилактика транспортного травматизма детей школьного возраста (школа №27) г. Пензы [Текст] / И.Е. Ильина. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 128 с.

6. Ильина, И.Е. Компетентностный подход в обучении как способ обеспечения безопасности дорожного движения / И.Е. Ильина // V Национальная научно-практическая конференция. Образование. Транспорт. Инновации. Строительство. – Омск, 2022. С. 260-264

### Методика подготовки водителей старше 18 лет

«Наибольшее количество ДТП совершается водителями в возрасте 30 – 39 лет. Наибольшей тяжестью последствий характеризуются ДТП, совершенные водителями возрастной группы 70 лет и старше. По причине нарушения ПДД водителями автобусов возрастных групп 21 – 29 лет и старше 60 лет происходит около 50% ДТП. По причине нарушения ПДД водителями со стажем управления ТС менее двух лет во всех возрастных группах происходит более 65% ДТП. Водители со стажем до 4 лет включительно и 40 лет и более виновны в 50% ДТП, в которых участвовали» [1].

«В ДТП по вине водителей разных целевых групп (механических и немеханических транспортных средств) погибают около 85% и получают ранения 91% от общего числа погибших и раненых соответственно. По причине нарушения ПДД водителями легковых автомобилей происходит 80% ДТП, водители мототранспорта являлись виновными в совершении 60% ДТП, водители грузовых ТС и автобусов – примерно в 50 % ДТП» [1].

«Практически в 95% ДТП с участием водителей немеханических транспортных средств происходит по причине несоблюдения ими ПДД. Около трети пострадавших в ДТП с участием немеханических транспортных средств – СИМ– водители в возрасте 16 – 25 лет. На водителей в возрасте 55 лет и старше приходится около половины от общего числа погибших в ДТП велосипедистов.

ДТП по вине водителей легковых ТС совершается из-за несоблюдения очередности проезда, нарушения скоростного режима, нарушения правил расположения ТС на проезжей части, нарушения правил проезда пешеходного перехода, выезда на полосу встречного движения, неправильного выбора дистанции.

ДТП по вине водителей грузовых ТС происходит из-за неправильного выбора дистанции, нарушения скоростного режима, несоблюдения

очередности проезда, нарушения правил расположения ТС на проезжей части, выезда на полосу встречного движения.

ДТП по вине водителей автобусов происходит из-за нарушения скоростного режима движения, неправильного выбора дистанции, выезда на полосу встречного движения.

ДТП по вине водителей мотоциклов происходит из-за нарушения скоростного режима движения, правил расположения ТС на проезжей части, неправильный выбор дистанции, несоблюдение очередности проезда, выезд на полосу встречного движения.

ДТП по вине велосипедистов происходит из-за несоблюдения очередности проезда, пересечение проезжей части по пешеходному переходу не спешившись, нарушение правил расположения на проезжей части» [1].

Схема разработанной методики подготовки водителей с учетом возраста, их психофизиологических особенностей, стажа, вида управляемого ими транспортного средства и категории водительского удостоверения, а также региональных особенностей места проживания и профессиональной деятельности представлена на рисунке 1. Рассмотрим ее этапы более подробно.

Методика подготовки водителей старше 18 лет состоит из следующих этапов.

#### **1 этап. Получение исходной информации.**

Получение исходной информации происходит на основе программного анкетирования водителей старше 18 лет и включает в себя параметры: возраст, пол, стаж управления, категория водительского удостоверения, целевая группа и зависит от откровенности анкетлируемого водителя. Анкетирование проводится в виде тестовых заданий множественного выбора (рисунок 2).



Рисунок 1– Схема методики подготовки водителей старше 18 лет

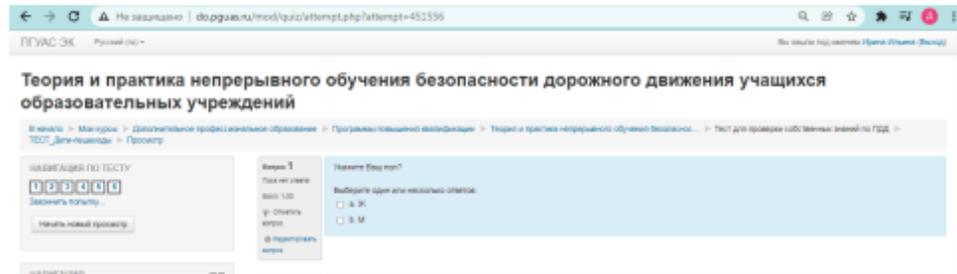


Рисунок 2 – Вид анкеты для водителей. Фрагмент

На данном этапе проводится сбор данных с целью последующей их обработки и анализа.

### **2 этап. Обработка исходных данных.**

Определяются и сводятся в группы водители с учетом возрастной категории, стажа управления, предпочитаемых к управлению транспортных средств. Обработка осуществляется с помощью инструментов извлечения и интегрирования данных российского производства, например, OneBridge.

Выполнение данного этапа позволяет соотнести целевую группу водителей, вид управляемого транспортного средства с учетом возраста и стажа управления.

### **3 Этап. Подготовка водителей.**

#### **3.1. Теоретическая подготовка**

Направлена на актуализацию и закрепление знаний БДД. За последние пятьдесят лет содержание Правил дорожного движения менялось неоднократно: появились новые термины, знаки, разметка, изменились правила проезда перекрестков, железнодорожных переездов, трамвайных путей и обгона, исключили одни и добавили новые документы в перечень необходимых для водителя, ужесточились специальные условия перевозки детей. Необходимость актуализации знаний обусловливается состояние БДД в РФ и региональными особенностями территории передвижения и выполнения профессиональной деятельности [2, 3]. Учебные планы

программ подготовки учитывают изменения вносимые в ПДД и нуждаются в ежегодной корректировке [4, 5].

### 3.2. Тренажерная подготовка

Заключается в тренировке и тестировании водителей старше 18 лет на психофизиологическом тренажере УПДК (универсальный психодиагностический комплекс) для определения особенностей восприятия дорожной обстановки по тестам «Уровень восприятия скорости и расстояния», «Склонность к риску», «Распределение внимания», «Эмоциональная устойчивость», «Сложная двигательная реакция», «Оценка монотонности», «Оценка бдительности», «Оценка динамики работоспособности», «Концентрация внимания», «Глазомер». Общее время выполнения процедуры психофизиологического тестирования определяется возрастом водителя и составляет от получаса до полутора часов [6 – 9].

### 3.3. Практическая подготовка

Заключается в проведении занятий по безопасному вождению на автодроме в условиях приближенных к условиям улично-дорожной сети места проживания и профессиональной деятельности водителя (региональные особенности) с отработкой контраварийного вождения, защитного вождения по методикам, разработанным Э.С. Цыганковым [10], В.С. Бахаревым.

## **4 этап. Формирование заданий и определение уровня знаний, умений и навыков**

Для оценки уровня знаний водителей ПДД и безопасного дорожного движения проводится контроль знаний посредством тестирования по заранее сгруппированным темам с учетом параметров «возраст», стаж управления, категория водительского удостоверения, целевая группа на основании базы заданий ПДД.

Для ввода данных, базирующихся на математическом аппарате нечеткой логики, использовано профессиональное программное обеспечение FisPro (FuzzyInferenceSystemProfessional) [11]. FisPro обладает широкими

возможностями для создания и работы систем нечеткого ввода, включая возможности автоматического обучения систем и создания баз нечетких правил, является свободно распространяемым программным продуктом. В программу закладываются термы и тип функции принадлежности переменных. Для лингвистической переменной задаются термы (низкая, средняя, высокая и т.д.) в зависимости от отклонения измеряемой величины от нормативного значения. Для создания базы правил формулируются предложения в форме «Если – То», куда бы входила введенная переменная X.

После создания базы правил проводится оценка уровня знаний водителей ПДД и безопасного движения, которая осуществляется на этапе логического вывода. Выходной переменной является «Уровень знаний».

Тестирование с учётом параметров подготовленности водителей и целевой группы предполагает алгоритм, учитывающий управление автомобилем в зависимости от трудовой деятельности или иной цели. При этом также учитывается возраст, стаж водителя и другие факторы, характеризующие водителя.

Разработан компетентностный профиль модели обеспечения БДД (рисунок 3), заключающийся в подготовке водителей на протяжении всей жизнедеятельности с учётом целевой группы водителей, социального положения, возраста, стажа управления транспортным средством и др. Выделены уровни подготовки – базовый, репродуктивный, продуктивный, продуктивно-профессиональный, профессиональный. Формы контроля на каждом уровне подготовки позволяют оценить компетентность водителей целевых групп.

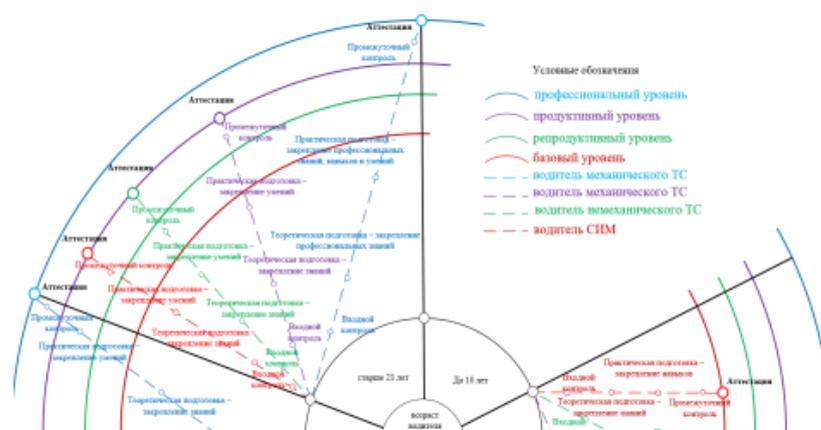


Рисунок 3 – Этапы подготовки водителей и контроля уровня знаний, умений и навыков по Дорожной карте модели безопасного дорожного движения

### 5 этап. Формирование положительного результат контроля знаний

Результат контроля знаний, умений и навыков должен быть 65% и более. При достижении данного уровня происходит переход на следующий этап.

Если у конкретного водителя уровень знаний  $n < 65\%$ , то происходит программное определение ошибок и данные поступают в общую базу и осуществляется повторная подготовка.

«По результатам обработки проведенных экспериментов определен оптимальный уровень знаний водителей» [12]. Уровень «неудовлетворительный» соответствует списку и количеству «грубых» нарушений, уровень «достаточный» соответствует списку и количеству «средних» нарушений. К грубым ошибкам отнесены неправильные ответы, которые влекут нарушения ПДД, за которые предусматривается лишение прав. К средним ошибкам отнесены неправильные ответы, которые влекут нарушения ПДД, за которые предусматривается штраф в крупном размере. К мелким ошибкам отнесены неправильные ответы, которые влекут нарушения ПДД, за которые предусмотрен штраф до 1000 рублей.

Таблица 1 – Типичные ошибки, совершаемые водителями, которые влекут нарушения ПДД

Типичные ошибки	Время	Кол-во
1	2	3
<b>А. Грубые</b>		
1.1. Не уступил дорогу (создал помеху) ТС, имеющим преимущество		
1.2. Не уступил дорогу (создал помеху) пешеходам, имеющим преимущество		
1.3. Выехал на дорогу встречного		
1.4. Проехал на запрещающий сигнал светофора или регулировщика		
1.5. Не выполнил требования знаков приоритета, запрещающих и предписывающих знаков, дорожной разметки 1.1, 1.3		
1.6. Пересек стоп-линию (разметка 1.12) при остановке при наличии знака 2.5 или при запрещающем знаке светофора (регулировщика)		
1.7. Нарушил правила выполнения обгона		
1.8. Нарушил правила выполнения поворота		
1.9. Нарушил правила выполнения разворота		
1.10. Нарушил правила движения задним ходом		
1.11. Нарушил правила проезда железнодорожных переездов		
1.12. Превысил установленную скорость движения		
1.13. Не принял возможных мер к снижению скорости вплоть до остановки ТС при возникновении опасности для движения		
1.14. Действие или бездействие кандидата в водители, вызвавшее необходимость вмешательства в процесс управления экзаменационным ТС с целью предотвращения возникновения ДТП		
<b>Б. Средние</b>		
2.1. Нарушил правила остановки		
2.2. Не подавал сигнала световым указателем поворота перед началом движения, перестроением, поворотом (разворотом) или остановкой		
2.3. Не выполнил требования информационно-указательных знаков, дорожной разметки (кроме разметки 1.1, 1.3, 1.12)		
2.4. Не использовал в установленных случаях аварийную световую сигнализацию или знак аварийной остановки		
2.5. Выехал на перекресток при образовавшемся заторе, создав помеху движению ТС в поперечном направлении		

Окончание табл. 1

1	2	3
В. Мелкие		
3.1. Не пристегнул ремни безопасности		
3.2. Несвоевременно подал сигнал поворота		
3.3. Нарушил правила расположения ТС на проезжей части		
3.4. Выбрал скорость движения без учёта дорожных и метеорологических условий		
3.5. Двигался без необходимости со слишком малой скоростью		
3.6. Резко затормозил при отсутствии необходимости предотвращения ДТП		
3.7. Нарушил правила пользования внешними световыми приборами и звуковым сигналом		
3.8. Допустил иные нарушения ПДД		
3.9. Неправильно оценил дорожную обстановку		
3.10. Не пользовался зеркалом заднего вида		
3.11. Неуверенно пользовался органами управления ТС, не обеспечивал плавного движения		
3.12. Допустил полную или частичную блокировку колес ТС при торможении		
Итого штрафных баллов		

Выявленные программой данные о наиболее часто совершаемых нарушениях ПДД водителями разных целевых групп обрабатываются методом Парето. Что позволяет определить основные нарушения и темы для проведения повторной практической подготовки.

После определения ошибок происходит повтор этапов 3, 4, 5.

**6 этап. Выдача документа о пройденной подготовке.**

На данном этапе формируется документ, вид которого зависит от целевой группы водителя и вида транспортного средства: сертификат, удостоверение сроком действия 2 года.

## Список источников

1. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации в 2023 году. Информационно-аналитический обзор. М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России». – 2024. – 154 с.
2. Ильина, И.Е. Аварийность на автомобильном транспорте. Зонирование регионов РФ по категории «стаж управления транспортным средством» / И.Е. Ильина // Свид-во о регистрации базы данных 2021621020. – Заявка №2021620877 от 05.05.2021 – Решение о выдаче свидетельства 20.05.2021.
3. Ильина, И.Е. Аварийность на автомобильном транспорте. Зонирование регионов РФ по категории «возраст водителя-участника ДТП» / И.Е. Ильина // Свид-во о регистрации базы данных 2021622284. – Заявка №2021622187 от 18.10.2021. – Решение о выдаче свидетельства 26.10.2021.
4. Использование тренажеров в процессе обучения водителей категории «В» для повышения безопасности дорожного движения: моногр. / И.Е. Ильина, Д.А. Кротова, Е.С. Куприянова, О.С. Серова. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 192 с.
5. Ильина И.Е. Проблема качества подготовки курсантов в автошколе: монография / И.Е. Ильина. – Пенза: ПГУАС, 2019. – 148 с.
6. Ильина, И.Е. Количественно-временной анализ «грубых нарушений» сделанных мужчинами и женщинами при обучении на автотренажёре / И.Е. Ильина, В.В. Лянденбургский, С.А. Пылайкин, П.М. Экимов // Интернет-журнал Науковедение. – 2015. – Т. 7. № 5 (30). – С. 138.
7. Ильина, И.Е. Использование автотренажёров в обучении водителей категории «В» / И.Е. Ильина, В.В. Лянденбургский, А.И. Звижинский, С.А. Евстратова // Мир транспорта и технологических машин. – 2013. – № 1 (40). – С. 103-108.
8. Ильина, И.Е. Применение тренажёра ТА-2 для оценки психофизиологических особенностей кандидатов в водители / И.Е. Ильина, Е.С. Куприянова, Д.А. Кротова // Мир транспорта и технологических машин. – 2014. – № 3 (46). – С. 128-135.
9. Ильина, И.Е. Определение согласованности оценок по результатам тестирования водителей / И.Е. Ильина, Е.И. Титова, Д.А. Кротова // Мир транспорта и технологических машин. – 2014. – № 4 (47). – С. 131-138.
10. Цыганков, Э.С. Профессиональная подготовка водителей [Текст] / Э. С. Цыганков. - Москва: Альдина Эксмо. – 2006. – 332 с.
11. FisPro: Anopenseource portables of tware for fuzzy inference e systems [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.fispro.org/>
12. Ильина, И.Е. Формирование навыков управления автомобилем на автотренажёре / И.Е. Ильина, В.В. Лянденбургский, А.С. Пылайкин, Е.А. Кротова // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – Выпуск 5 (24).