Клявин Владимир Эрнстович. Разработка научных методов повышения уровня системной безопасности дорожного движения: автореферат дис. ... доктора Технических наук: 05.22.10 / Клявин Владимир Эрнстович;[Место защиты: ФГБОУ ВО Липецкий государственный технический университет], 2017

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Липецкий государственный технический университет»

Клявин Владимир Эрнстович

РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ МЕТОДОВ

ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ СИСТЕМНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Специальность 05.22.10 - «Эксплуатация автомобильного

транспорта»

Диссертация

на соискание ученой степени

доктора технических наук

Научный консультанты: Заслуженный деятель науки, д.т.н., профессор Корчагин Виктор Алексеевич д.т.н., профессор Погодаев Анатолий Кирьянович

Липецк - 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 6

Глава 1

Анализ современных научных исследований по повышению

безопасности дорожного движения 15

1.1 Необходимость снижения травматизма и повышения

безопасности дорожного движения 15

1.2 Обеспечение безопасности дорожного движения в Российской

Федерации 18

1.3 Информационные базы данных системы управления

безопасностью дорожного движения 22

1.4 Анализ дорожно-транспортных происшествий в г. Липецке 26

Выводы по главе 35

Глава 2

Новые научные методы повышения уровня системной безопасности дорожного движения 37

2.1 О системной безопасности дорожного движения 37

2.2 Концепция создания инновационной экспертной системы

безопасности дорожного движения 41

2.3 Классификация городских улиц на основе кластерного анализа по

уровню обеспечения безопасности дорожного движения 51

2.4 Определение принадлежности улицы к классификационной

группе 62

2.5 Метод комплексной оценки уровня обеспечения БДД

(статический анализ) 70

2.6 Метод комплексной оценки причин аварийности на городских

улицах (динамический анализ) 81

2.7 Выбор наименее экологоопасного автомобиля для

транспортных услуг 89

Выводы по главе 96

Глава 3

Разработка математических моделей прогнозирования

показателей аварийности дорожного движения 98

3.1 Модели временных рядов как инструмент экспертной системы для

прогнозирования дорожно-транспортных происшествий 98

3.2 Модель авторегрессии и проинтегрированного скользящего

среднего 105

3.3 Модель экспоненциального сглаживания 118

3.3.1 Модель экспоненциального сглаживания для временного

ряда без сезонной составляющей 118

3.3.2 Модель экспоненциального сглаживания для временного ряда с сезонными мультипликативными составляющими ...138

3.4 Метод определения темпа изменения количества дорожно-транспортных происшествий 158

Выводы по главе 172

Глава 4

Научные основы формирования ответственного поведения

участников дорожного движения 175

4.1 Концепция развития мониторинга и оценки состояния

безопасности дорожного движения 175

4.2 Научно-практические подходы к формированию ответственного

поведения участников дорожного движения 185

4.3 Научно-практический метод оценки уровня безопасности на основе поведения участников дорожного движения 190

4.4 Влияние социально-маркетинговых кампаний на формирование ответственного поведения участников дорожного движения ...205

Выводы по главе 215

Глава 5

Социально-экономическая оценка эффективности мероприятий по предупреждению и снижению аварийности в условиях неопределённости 218

5.1 Выбор мероприятий по повышению БДД на участке УДС и их

социально-экономическая оценка на основе теории нечётких множеств 218

5.2 Социально - экономическая оценка эффективности реализации

мероприятий по повышению БДД на участке УДС 230

5.3 Оценка инвестиционной привлекательности реализации

мероприятий по БДД на УДС города в условиях ограниченного бюджета 238

Выводы по главе 253

Заключение 255

Список сокращений и условных обозначений 260

Библиографический список 261

Приложение А (справочное) Справки о реализации научных результатов

Приложение Б (справочное) Исходные данные для кластерного анализа 300

Приложение В (справочное) Исходные данные и результаты расчёта статического анализа 302

Приложение Г (справочное) Исходные данные и результаты расчёта динамического анализа 306

Приложение Д (справочное) Исходные данные для разработки моделей прогнозирования показателей аварийности 309

Приложение Е (справочное) Результаты экспоненциального сглаживания с параметром а = 0,1 311

Приложение Ж (справочное) Результаты расчётов для временного ряда с сезонными мультипликативными составляющими 313

Приложение И (справочное) Исходные данные для расчётов темпов изменения количества ДТП 317

Приложение К (справочное) Предварительные расчеты для определения цепных индексов цены 319

Приложение Л (справочное) Оценка риска социально-экономических показателей 322

Приложение М (справочное) Расчёт оценки риска снижения инвестиционных затрат 328

Приложение Н (справочное) Решение задачи нечёткого линейного программирования 331

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Квалификация работы. Осознание автором целостного совместимого функционирования производственных систем и окружающей природной среды позволило разработать теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое крупное научное достижение, направленное на решение теоретико­прикладной проблемы повышения эффективности, системной безопасности и экологичности транспортных потоков, имеющего важное хозяйственное значение для развития автомобильного транспорта и экономики России. Область исследования диссертации и креативные разработки по всем элементам ее научной новизны соответствуют национальным приоритетам научно-технологического развития России и паспорту научной специальности 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» (п. 5 «Обеспечение экологической и дорожной безопасности автотранспортного комплекса; совершенствование методов автодорожной и экологической экспертизы, методов экологического мониторинга

автотранспортных потоков» и п. 7 «Исследования в области безопасности движения с учётом технического состояния автомобиля, дорожной сети, организации движения автомобилей; проведение дорожно-транспортной экспертизы»).

Основные результаты и выводы:

1. На основе разработанных теоретико-методологических и научно-методических положений, научных методов, моделей, экспериментальных исследований и управленческих предложений инновационной направленности решена крупная научная проблема - созданы научно-методологические и практические методы организации безопасного, эффективного и биосферно-совместимого дорожного движения транспорта. Внедрение результатов обеспечит значительный вклад в развитие экономики страны и улучшение качества окружающей среды за счет повышения уровня системной безопасности автомобильного транспорта, что подтверждает народнохозяйственную значимость полученных результатов.
2. Разработаны теоретические и методологические принципы функционирования ЭСБДД, включающие формирование базы данных для представления объекта исследования ВАДС, как подсистемы открытой СПЭТС и теоретическо-практические подходы для планирования и принятия управленческих решений по повышению уровня системной БДД на основе эволюционирующей базы знаний.
3. Применение современных математических методов и

программного обеспечения позволило разработать новые теоретико­методические подходы к классификации участков автомобильных дорог и улиц муниципальных образований и математическую модель для определения принадлежности их к конкретной классификационной группе для решения практических задач, обеспечивающих повышение эффективности, экологической и дорожной безопасности эксплуатации автомобильного транспорта. Впервые для классификации одновременно использовались переменные, характеризующие аварийность, поведение участников дорожного движения и сложность объектов. Полученные зависимости показали чёткое разделение по всем переменным. По результатам анализа улично-дорожной сети г. Липецка выделено 3 классификационные группы: в наиболее

проблемную группу вошли 6 улиц, 18 улиц определили классификационную группу с меньшими проблемами, 39 улиц составили наименее проблемную группу.

1. На основе теории нечётких множеств и экспертных оценок впервые разработаны новая научная концепция комплексной оценки уровня обеспечения БДД, определяемой степенью влияния элементов обустройства дорожной инфраструктуры, позволяющая выполнять

статический анализ оценки риска возникновения ДТП на УДС и её отдельных элементах. Выполнено ранжирование объектов дорожной инфраструктуры по уровню влияния на риск возникновения ДТП. Наиболее опасным признан нерегулируемый пешеходный переход. Предлагаемый метод позволяет повысить уровень БДД на автомобильной дороге при проектировании и реконструкции.

1. Разработанные методология и научно-методические подходы к комплексной оценке причин аварийности на городских улицах (динамический анализ) позволяют эффективно организовать и управлять процессами взаимодействия участников дорожного движения посредством своевременной и эффективной правоприменительной практики, и социально-маркетинговой политики. В качестве объектов, для которых проведена оценка уровня безопасности дорожного движения, было выбрано 10 улиц г. Липецка с наиболее высокой аварийностью. Наиболее опасной является улица Космонавтов. Выработан механизм обработки статистической информации по нарушениям ПДД, что даёт возможность оперативно оценивать уровень БДД на улично-дорожной сети. Предлагаемый метод позволяет с минимальной трудоемкостью проводить постоянный мониторинг обстановки с любой периодичностью.
2. Предложенный алгоритм и полученные на его основе математические динамические модели прогнозирования количества ДТП и числа пострадавших в них (модели авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего и экспоненциальное сглаживание), дали возможность разработать упреждающие управляющие решения, направленные на предотвращение аварийности, и оценить их эффективность. Разработанный метод определения темпов изменения количества и экономических последствий ДТП обеспечивает ретроспективный анализ для оценки относительной величины динамики аварийности и является трекинг- сигналом срочности принятия мер по снижению уровня дорожно­транспортной аварийности.
3. Разработанные научно-методические подходы повышения уровня БДД позволяют осуществить выявление на научной основе связи возрастных групп участников дорожного движения, а также их социальные характеристики (пол, образование и др.), с различными видами нарушений ПДД, что дало возможность определить уровень необходимости проведения социально-маркетинговых исследований и мероприятий для той или иной группы участников движения с целью формирования у них безопасного поведения, направленного на уменьшение дорожно-транспортного травматизма, аварийности и количества погибших людей. Полученные зависимости показали, что причиной возникновения ДТП по вине водителей в возрасте 51 год и старше является движение со скоростью, не соответствующей условиям движения или превышение скорости.
4. На основе метода сценариев, нечёткого линейного программирования, продукционных правил разработан научно­прикладной инструментарий социально-экономической оценки и отбора наиболее эффективного комплекса мероприятий по повышению уровня БДД. Применение полученных научных результатов, главная цель которых - спасение человеческих жизней и снижение дорожно­транспортного травматизма, обеспечивает возможность качественной социально-экономической оценки комплекса мероприятий по повышению БДД, когда управляющее решение приходится принимать в условиях неопределенности и появляется необходимость учета влияния различных рисков. Анализ результатов расчёта показал, что при затратах, соответствующих ожидаемому значению бюджета, реализация всего комплекса мероприятий возможна на 4 объектах УДС г. Липецка из 11 выделенных. Ещё на одном объекте реализация комплекса мероприятий осуществится на 71,1%.
5. Применение научно-прикладного инструментария социально­экономической оценки и отбора наиболее эффективных мероприятий и комплексов мероприятий по повышению БДД на УДС муниципального образования послужило основой формирования и социально­экономического обоснования приоритетных мероприятий муниципальной целевой программы повышения уровня системной БДД.
6. Совокупность полученных новых научных результатов и выводов, разработанных 8 научных методов, 9 математических моделей и концепция экспертной системы безопасности дорожного движения позволили создать научно-обоснованный теоретико­практический инструментарий, который прошел апробацию для: повышения уровня системной безопасности эксплуатации автомобильного транспорта; уменьшения затрат на перевозки и приведенной массы выбросов вредных веществ автомобилями в окружающую среду, снижение уровня дорожно-транспортного травматизма в Липецкой области опережающими по сравнению с общими по России темпами. Так, за период с 2010 г. по 2015 г., количество ДТП в Липецкой области снизилось на 21,88%, число погибших уменьшилось на 23,43%, раненых - на 24,36%, в то время, как в среднем по России снижение произошло соответственно на 9,96%, 15,05% и 10,03%.

Видится перспективным развитие исследований в области использования разработанных теоретико-методологических положений и научных методов, имеющих универсальный характер, для решения важных задач БДД.