

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Шемякина Александра Владимировича на диссертационную работу Кущенко Лилии Евгеньевны на тему «Научные основы повышения безопасности дорожного движения в городских агломерациях», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта

### Актуальность темы диссертационной работы

На сегодняшний день не только в Российской Федерации, но и в других странах мира неотъемлемой частью в жизни человека является автомобильный транспорт, который занимает основополагающую нишу в отрасли экономики, производственной и социальной инфраструктуре, обеспечивающей развитие страны. Для многих стран задача по снижению количества жертв на автодорогах является одной из главных. Во многих из них за последние десятилетия значительно повысился уровень безопасности дорожного движения (БДД).

Обеспечение БДД в Российской Федерации в течение многих лет остается важным вопросом. Ежегодно на дорогах, не смотря на множество различных государственных программ, проектов, вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий, в результате которых многие получают тяжкие ранения и погибают, присутствует в полной мере.

Согласно Стратегии пространственного развития до 2025 года, утвержденной распоряжением правительства РФ от 13.02.2019 г. № 207-р. и Постановлению РФ от 31.05.2019 г. № 696 государственная программа РФ «Комплексное развитие сельских территорий» особое внимание уделяется развитию городских агломераций посредством объединения городов в сеть, основой которых является транспортная доступность.

Кущенко Лилией Евгеньевной в своей диссертационной работе затронута проблема повышения БДД в городских агломерациях. В связи с этим актуальность ее исследования не вызывает сомнений.

### Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных автором в диссертации, оценивается

высоко, основано на значительном объеме исследования, рационально выстроенных задачах и разработанных моделей.

Научные основы и методы исследования базируются на статистическом анализе актуальных данных о состоянии БДД в Российской Федерации, странах мира, городской агломерации, а также глубоком изучении результатов научных работ ведущих отечественных и зарубежных специалистов в области БДД, применении известных методов исследования: математическое моделирование, теория нечетких множеств, нечеткая логика, теория вероятностей и другие.

Положения, выносимые на защиту, сформулированы логично и корректно, в диссертационной работе раскрыты в достаточном объеме. Название диссертации соответствует предмету исследования и поставленным задачам.

Достоверность и научная новизна положений, сформулированных в диссертации

Достоверность полученных результатов и выводов подтверждается их апробацией на международных научно-практических конференциях, форумах и семинарах, а также обеспечением внедрения разработок в практическую деятельность.

Основные положения и результаты исследования были доложены и одобрены на: всероссийской научно-практической конференции «Организация и безопасность дорожного движения» (Тюмень, 2016-2022 гг.); «Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок и безопасности движения» (Саратов, 2016-2023 гг.); «Информационные технологии и инновации на транспорте» (Орёл, 2016-2023 гг.); «Современные автомобильные материалы и технологии» (Курск, 2018-2023 гг.); «Инфокоммуникационные и интеллектуальные технологии на транспорте» (Липецк, 2022 г.); «Process Management and Scientific Developments» (Великобритания, 2020 г.); «Транспортные и транспортно-технологические системы» (Тюмень, 2020-2023 гг.); «Анализ проблем и поиск решений повышения результативности современных научных исследований» (Оренбург, 2020 г.); «Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики» (Самара-Оренбург-Нижний Новгород, 2021 г.); «Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии» (Рязань, 2021 г.); «Управление деятельностью по обеспечению безопасности дорожного движения: состояние, проблемы, пути совершенствования» (Орёл, 2023 г.), а также на ежегодных семинарах

кафедры эксплуатации и организации движения автотранспорта (Белгород, 2016-2023 гг.).

Основные положения диссертации опубликованы в 65 научных трудах, из них 17 - в научных изданиях, включенных в перечень рецензируемых и рекомендованных ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертаций, 14 - в изданиях, включенных в зарубежную аналитическую базу данных Scopus/Web of Science, опубликовано 4 монографии, получено 2 патента на полезную модель, 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

В рамках диссертационного исследования Кущенко Л.Е. получены следующие пункты научной новизны:

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

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

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

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

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

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

- на основании разработанных математических моделей прогнозирования аварийности, вероятностной модели изменения

интенсивности движения транспортных средств и управления движением транспортного потока создана система управления скоростью движения транспортного потока, позволяющая повысить безопасность дорожного движения в местах концентрации дорожно-транспортных происшествий.

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

### Практическая и теоретическая значимость работы

Практическая значимость проведенных исследований Кущенко Л.Е. состоит в реализации разработанных научных положений в практической деятельности субъектов Российской Федерации в области безопасности и организации дорожного движения в городских агломерациях в условиях перспективного территориального развития сельских поселений.

К таким положениям следует отнести:

математическая модель прогнозирования интенсивности движения транспортных средств с учетом суточной и сезонной цикличности;

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

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

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

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

математическая модель выбора управленческого решения, обеспечивающего повышение безопасности дорожного движения и

улучшения экологической ситуации на основе применения теории нечетких множеств.

Основные результаты исследований и разработок использованы в практической деятельности органов исполнительной власти и субъектов на уровне Белгородской городской агломерации, что подтверждается актами внедрения, выданными Министерством автомобильных дорог и транспорта Белгородской области, УГИБДД УМВД России по Белгородской области, ОГИБДД ОМВД России по Борисовскому району, ЦОДД МБУ «УБГБ» администрации города Белгорода.

Результаты докторской диссертации Кущенко Л.Е. внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова».

### Общая оценка структуры и содержания диссертации

Структура диссертации Кущенко Л.Е. представлена в соответствии с требованиями ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, а ее содержание соответствует паспорту научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта. Диссертационная работа написана грамотным научным языком и является законченной научно-квалификационной работой.

Во **введении** обоснована актуальность исследования, сформулированы цель и задачи исследования, разработана рабочая гипотеза, представлены положения, выносимые на защиту и информация по апробации работы и публикациям.

**Первая глава** посвящена проведению анализа состояния дорожной ситуации с точки зрения безопасности дорожного движения (БДД), проанализированы методы анализа состояния БДД и прогнозирования дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Анализ причин и факторов возникновения ДТП выявил тенденции в изменении ДТП по видам. Отмечена динамика роста ДТП по причинам нарушения правил дорожного движения (ПДД) участниками дорожного движения: водителями, пешеходами, велосипедистами.

Автором оценено состояние дорожно-транспортной ситуации Белгородской городской агломерации. Обоснован выбор проведения исследований на данной территории. Представлены различные количественные показатели для подтверждения значительной роли агломерации в отношении Белгородской области. Проведенный анализ в Белгородской городской агломерации показал, что 16,5 % ДТП происходят в

городской агломерации (без учета городского округа города Белгорода) от общего количества ДТП по Белгородской области, 19,4% – количество погибших.

В рамках первой главы установлено, что проблема аварийности на дорогах в городской агломерации остается актуальной и требует разработки новых методов и моделей, позволяющих приблизиться к значению критерия «нулевая смертность» согласно Транспортной стратегии РФ до 2030 года (4 погибших на 100 тыс. населения). В РФ наблюдается недостаточность проработки вопросов обеспечения БДД в городских агломерациях, что еще раз подтверждает актуальность диссертационного исследования.

Во второй главе рассмотрены основные критерии оценки улично-дорожной сети, приведены транспортные характеристики. Проведены экспериментальные исследования интенсивности движения транспортного потока в Белгородской городской агломерации. В результате исследования разработана вероятностная модель изменения интенсивности движения ТП, позволяющая осуществить прогноз интенсивности движения ТС в течение года для оценки ДТС. Получены эмпирические зависимости между интенсивностью движения ТС и временем суток, учитывающие суточную и сезонную цикличности движения ТП  $m_y(t) = 985569 - 141,785t - 1182,487 \cos \frac{2\pi t}{60} - 2950,7 \cos \frac{4\pi t}{60} - 587,36 \cos \frac{6\pi t}{60} + 1878,66 \sin \frac{2\pi t}{60} - 1067,81 \sin \frac{4\pi t}{60} + 1053,84 \sin \frac{6\pi t}{60}$ .

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

Статистический анализ карточек учета ДТП позволил установить корреляционную связь между количеством ДТП и характерными часами суток. Наибольшее количество ДТП в городской агломерации происходит в период с 18:01 ч до 22:00 ч. В четверг, субботу, воскресенье характерными диапазонами времени являются часы суток с 18:01 ч до 22:00 ч., в свою

очередь вторник и пятница – с 14:01 ч до 18:00 ч. Наименьшее количество ДТП в течение всей недели происходит с 10:01 ч до 14:00 ч.

**В третьей главе** осуществлено прогнозирование интенсивности движения транспортных средств в зависимости от времени года. В ходе построения доверительного интервала, результаты прогноза были в его пределах. Проверка полученных результатов на статистическую значимость показала 5%-ый уровень значимости. Произведен прогноз количества ДТП с участием пешеходов, детей, водителей, находящихся в состоянии алкогольного опьянения посредством математической модели, в основе которой лежит закон распределения Вейбулла. Обычная экспоненциальная кривая не учитывает изменения дорожно-транспортной инфраструктуры, что в свою очередь позволяет учесть распределение Вейбулла. Разработана нейронечеткая модель на базе ретроспективного анализа, который позволил сделать вывод о том, что полученный результат имеет практически полное совпадение с имеющимися данными. применение адаптивных систем нейронечеткого вывода в области БДД является конструктивным способом проведения технического анализа БДД.

**Четвертая глава** посвящена теоретическим основам управления ТП в городской агломерации на базе нечеткой логики. Представлен анализ существующих моделей управления ТП. Разработана математическая модель управления движением транспортного потока, основанную на базе правил нечеткой логики, позволяющих изменять скоростной режим. Рассмотрен вопрос реализации разработанной системы управления скоростью движения ТП в первом слое ИТС и предложено реализовать эффективное управление транспортными потоками в городской среде с использованием двух подсистем ИТС, за счет установления интеграционной связи между физическими возможностями подсистемы «мониторинг параметров ТП» и функциональными возможностями подсистемы «АСУДД».

**В пятой главе** разработана модель выбора рационального варианта схемы пересечения улично-дорожной сети (УДС) на основе предложенных критериев поиска управленческого решения, базирующихся на теории нечетких множеств. Обоснованы критерии поиска управленческого решения для выбора конфигурации схемы пересечения при реконструкции и проектировании участка УДС на основе теории нечетких множеств. Осуществлен выбор рационального варианта схемы пересечения УДС двумя способами: с одинаковой и различной степенью важности критериев. Создана структура выбора рационального решения на основе нечетких множеств.

**В шестой главе** выполнена оценка экономической эффективности мероприятий, внедренных на территории Белгородской городской агломерации. В результате практической реализации установлена динамика снижения количества ДТП от 10 до 44%. Экономическая эффективность от снижения количества выбросов вредных веществ в Белгородской городской агломерации составила 482 070,55 рублей. Установлено снижение количества выбросов ВВ в среднем на 20%, а также уровень шумового загрязнения в Белгородской городской агломерации снизится на 11%.

**В заключении** автором представлены выводы и результаты исследования.

Диссертационная работа включает в себя введение, шесть глав, заключение, список литературы из 243 литературных источников, семи приложений. Текст изложен на 301 странице, включает 55 таблиц, 98 иллюстраций.

#### Соответствие диссертации и автореферата установленным требованиям

Диссертационная работа отвечает критериям актуальности темы исследования, научной новизны, теоретической и практической значимости, достоверности полученных результатов. Значимость результатов диссертационного исследования Кущенко Л.Е. подтверждена выполненными научно-исследовательскими работами. Автореферат отражает структуру и содержание диссертации, отмечена грамотная последовательность изложения.

Соответствие диссертации и автореферата установленным требованиям подтверждает высокую оценку проведенному диссертационному исследованию.

Диссертация и автореферат Кущенко Л.Е. соответствуют установленным к ним требованиям ВАК РФ, а также формуле паспорта научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта:

- пункту 3. «Исследование закономерностей, разработка моделей, алгоритмов и специального программного обеспечения в решении задач проектирования, организации, планирования, управления и анализа транспортного процесса»,
- пункту 6. «Обеспечение экологической и дорожной безопасности автотранспортного комплекса; совершенствование методов автодорожной и экологической экспертизы, методов экологического мониторинга автотранспортных потоков»,

– пункту 9. «Исследования в области безопасности движения с учетом технического состояния автомобиля, дорожной сети, организации движения автомобилей, качеств водителей; проведение дорожно-транспортной экспертизы, разработка мероприятий по снижению аварийности».

### Замечания и недостатки

Оценивая диссертацию как законченный научный труд, выполненный на достаточно высоком уровне, следует отметить некоторые замечания и пояснения:

1. В главе 1 (рис. 22, стр. 52) проведенный анализ в Белгородской городской агломерации показал, что 16,5 % ДТП происходят в городской агломерации (без учета городского округа города Белгорода) от общего количества ДТП по Белгородской области, 19,4% – количество погибших. Требуется пояснение, с какой целью проводилась сравнительная оценка показателей БДД в отношении Белгородской области и Белгородской городской агломерации без учета города?

2. Из текста диссертации видно, что исследования проводились в период с 2018 года. Однако неясно, повлиял ли COVID-19 на полученные результаты?

3. В главе 2 полученные значения интенсивности движения транспортного потока позволили выявить суточную и сезонную цикличности (рис. 43, стр. 93), определены максимальные значения интенсивности движения транспортных средств в зависимости от времени года. Не указано все ли виды транспорта, находящиеся в составе транспортного потока были рассмотрены или только личный транспорт?

4. В главе 3 на основании проведенного статистического анализа аварийности на примере Белгородской городской агломерации количество ДТП с участием пешеходов падает (рис. 52, стр. 115), а в выводах общее количество ДТП растет. Необходимо уточнить об одних и тех же ли видах ДТП идет речь? Почему при прогнозировании выбраны данные ДТП с участием пешеходов и чем обосновывается такой выбор?

5. Проверка построенной модели гибридной сети показывает достаточно высокую степень ее адекватности реальным исходным данным (стр. 59, рис. 123). Не ясно, какая степень достоверности у полученной модели.

Представленные замечания не снижают ценности выполненного исследования Кущенко Л.Е.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа на тему «Научные основы повышения безопасности дорожного движения в городских агломерациях» автора Кущенко Лилии Евгеньевны отвечает требованиям Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г. (ред. 25.01.2024) № 824 «О порядке присуждения ученых степеней», является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны в сфере повышения безопасности дорожного движения в городских агломерациях, а ее автор Кущенко Лилия Евгеньевна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта.

**Официальный оппонент**

Доктор технических наук, профессор,  
Ректор ФГБОУ ВО «Рязанский государственный  
агротехнологический университет  
имени П.А. Костычева»

  
Александр Владимирович Шемякин

Диссертация защищена по специальности (4.3.1.) 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве, профессор по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта

«17» май 2024 г.

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» (ФГБОУ ВО РГАТУ)

Почтовый адрес: 390044, ЦФО, Рязанская область, г. Рязань, ул. Костычева, д.1. Телефон: (4912) 35-35-01. E-mail: rectorat@rgatu.ru.

  
Лорис А.В.  заверяю  
и.о. ректора  С.Н. Богданова