

ОТЗЫВ

**официального оппонента кандидата технических наук, доцента
Кулева Андрея Владимировича на диссертационную работу Камбур
Алины Сергеевны на тему: «Повышение безопасности дорожного
движения на пешеходных переходах в городских агломерациях»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта**

Актуальность темы. Аварийность на дорогах представляет собой огромную проблему, так как вероятность гибели пешеходов, велосипедистов и других уязвимых участников дорожного движения (ДД) остается до сих пор на неприемлемо высоком уровне.

Согласно информационно-аналитическому обзору Научного центра безопасности дорожного движения (НЦ БДД) МВД России за 2024 год, наезд на пешеходов является вторым по частоте в РФ видом происшествий на дорогах, что составляет 27,6%. При этом приблизительно 25% всех погибших в ДТП относится именно к этому виду ДТП.

Несмотря на то, что целевые показатели снижения аварийности нацпроекта «Безопасные качественные дороги» успешно достигнуты: по итогам 2024 года удалось достичь значения транспортного риска ниже, чем планового значения – 2,47 против 2,57, а социальный риск равен плановому значению – 10,2, движение пешеходов по-прежнему остается небезопасным.

Управлению движением транспортных и пешеходных потоков посвящено множество разработок, методов, моделей, стратегий как в России, так и за рубежом.

Камбур Алина Сергеевна в своей диссертационной работе на тему «Повышение безопасности дорожного движения на пешеходных переходах в городских агломерациях» представила новые подходы в области организации и безопасности движения пешеходов, а именно, управление пешеходными потоками на регулируемых и нерегулируемых пешеходных переходах с целью снижения аварийности, что является актуальной научно-технической задачей.

Научная новизна исследований заключается в следующем:

- на основании статистических данных и сведений о дорожно-транспортных происшествиях, при которых они были совершены, установлена взаимосвязь между количеством наездов на пешеходов и дорожными условиями в городских агломерациях;

- на основании теории вероятностей и математической статистики получены новые зависимости между количеством наездов на пешеходов и установленным временным интервалом, позволяющие выявить места повышенной аварийности, на которых необходимо проводить организационно-технические мероприятия;

- впервые разработана и апробирована математическая модель управления движением пешеходного потока по регулируемому пешеходному переходу, базирующаяся на основе свода правил нечеткой логики,

позволяющих эффективно изменять длительность разрешающего сигнала светофорного регулирования, снижая задержки транспортных средств в пути.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке и обосновании научных основ повышения безопасности дорожного движения как совокупности теоретических зависимостей, математических моделей, управленческих решений, отражающих объективные закономерности в области безопасности и организации дорожного движения с использованием результатов статистического и ретроспективного анализа для осуществления прогнозирования интенсивности движения транспортных средств и количества дорожно-транспортных происшествий.

Практическая значимость работы заключается в прикладном характере результатов исследований, которые использованы органами исполнительной власти и федеральными структурами на уровне субъекта, что подтверждено актами внедрения.

Достоверность и степень обоснованности основных научных положений, выводов и рекомендаций обеспечивается за счет применения следующих методов: натурное наблюдение, методы обработки статистических данных, полученных в результате проведения видеофиксации, математическое и имитационное моделирование, теория нечеткой логики, нейронных сетей, системный анализ.

Обоснованность научных положений, представленных в диссертационной работе, подтверждаются результатами экспериментальных исследований, результаты теоретических и экспериментальных исследований аргументированы и имеют достаточное обоснование.

В заключении диссертационной работы автором сделаны 6 основных выводов, которые четко соответствуют поставленным задачам исследования.

Результаты диссертационной работы прошли апробацию на научно-практических конференциях, а основные положения диссертации изложены в 1 монографии, 20 статьях, в том числе 8 – в ведущих изданиях из перечня рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций, 3 – в изданиях, включенных в зарубежные аналитические базы данных SCOPUS/ Web of Science, получены 2 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, что также подтверждает достоверность научных положений.

Реализация результатов исследований. Применение результатов исследования органами исполнительной власти и федеральными структурами на уровне субъекта подтверждено актами внедрения, выданными: муниципальным бюджетным учреждением «Управление Белгородблагостройство» (МБУ «УБГБ»), Министерством автомобильных дорог и транспорта Белгородской области (МИНТРАНС Белгородской области), ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова».

Краткая характеристика содержания диссертации. Диссертация Камбур А.С. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и четырех приложений. По структуре, объему, содержанию и оформлению

диссертационная работа соответствует требованиям ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, написана грамотным научным языком и обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, которые свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в науку.

Во введении диссертационного исследования представлены актуальность исследования, а также степень разработанности темы, отражены цель и задачи исследования, раскрыты теоретическая и практическая значимость, научная новизна, указаны положения, выносимые на защиту, методология и методы исследования, информационная база, степень достоверности и апробация результатов исследования, структура и объем.

В первой главе проведен анализ статистических данных о количестве ДТП, в итоге установлено, что наезды на пешеходов занимают второе место после такого вида ДТП как столкновение. Изучено влияние компонентов системы «водитель-автомобиль-дорога-среда» на вероятность возникновения ДТП. Установлено, что вид транспортного средства, время суток, наличие освещения, погодно-климатические факторы, водительский стаж являются одними из основных при изучении причин возникновения ДТП с участием пешеходов. Определена необходимость детального исследования взаимосвязи между количеством ДТП и дорожными условиями с детализацией факторов, оказывающих влияние на вероятность возникновения ДТП. Для установления зависимости между вышеуказанными показателями предложено использовать теорию вероятностей и математической статистики для разработки системы организации дорожного движения на нерегулируемых ПП в городских агломерациях посредством оповещения водителей и пешеходов.

Во второй главе представлены особенности Белгородской городской агломерации: разнородность состава, плотность и скорость пешеходного потока, сеть дорог различного значения. Разработана методика сбора данных о составе и характеристиках пешеходного потока перед регулируемым пешеходным переходом посредством обучения сверточных нейронных сетей, способствующих определению рациональных значений длительности светофорного регулирования с целью адаптивного управления не только пешеходными, но и транспортными потоками. Рассмотрены способы увеличения точности распознавания сверточной нейросети. Определены корреляционные связи между количеством ДТП с участием пешеходов и временными интервалами.

В третьей главе разработана математическая модель управления движением пешеходного потока по регулируемому пешеходному переходу, базирующаяся на нечеткой логике и позволяющая управлять длительностью разрешающего сигнала светофорного регулирования как для пешеходных, так и транспортных потоков. Управление длительностью разрешающего сигнала светофорного регулирования произведено посредством среды Matlab.

В четвертой главе эффективность движения транспорта перед регулируемыми ПП определена величиной задержки автомобиля с помощью

программы имитационного моделирования Transyt – 7 FR. Установлено, что при реализации полученных результатов задержка транспортных средств снижается в среднем на 11,2%. При апробации разработанных мероприятий с точки зрения улучшения организации дорожного движения и повышения БДД в городской агломерации годовая экономия от предложенных мероприятий составила 689,78 тыс. рублей, а интегральный экономический эффект на третий год составит более 58 млн. рублей.

В заключении Камбур А.С. приведены выводы по выполненному исследованию.

Автореферат соответствует содержанию диссертации. Основные положения диссертации доложены, обсуждены и одобрены на различных научных и научно-практических конференциях. Содержание автореферата соответствует требованиям ВАК РФ и отражает результаты выполненных исследований, раскрывает основные идеи и выводы, сформулированные в диссертации. Заключение по результатам исследований отражает поставленные в работе задачи.

В целом диссертация Камбур А.С. **является законченным исследованием, представляет решение актуальных задач, объединенных общим подходом.**

Диссертация Камбур А.С. **соответствует паспорту научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта**, а именно, пункту 3. «Исследование закономерностей, разработка моделей, алгоритмов и специального программного обеспечения в решении задач проектирования, организации, планирования, управления и анализа транспортного процесса», пункту 8. «Исследования в области технологий организации дорожного движения, развития технических средств организации дорожного движения».

Замечания и вопросы по работе.

1. На странице 58 автор указывает, что «считывание параметров пешеходного потока осуществляется датчиками движения». Неясно какие именно датчики применялись и какие параметры они определяли.

2. Автором разработано программное обеспечение для определения возраста и пола с помощью нейронных сетей. Однако неясно автор самостоятельно разрабатывал датасет для обучения своей нейросети или использовал общедоступный набор данных.

3. Если детально рассмотреть результаты измерения скоростей движения пешеходов на пешеходных переходах (стр. 50-52), то помимо очевидной классификации по возрасту, у автора присутствуют три категории без указания возраста «Мамы с колясками», «Мамы с детьми до 6 лет» и «Люди с ОВЗ». Для чего представлены эти категории граждан? Умеет ли разработанное автором программное обеспечение распознавать данные категории граждан?

4. Автором приняты три входных лингвистических переменных: «количество людей, собирающихся в пешеходной зоне для осуществления перехода через пешеходный переход»; «темп изменения количества людей, собирающихся на красный сигнал светофора для пешеходов»; «ширина проезжей части дороги», а также одна выходная лингвистическая переменная

