

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента Шевцовой Анастасии Геннадьевны на диссертационную работу Купавцева Владимира Анатольевича на тему: «Разработка методов повышения безопасности движения средств индивидуальной мобильности в городской транспортной системе», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.1. Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте

**Актуальность темы диссертации.** Актуальность диссертационной работы В. А. Купавцева «Разработка методов повышения безопасности движения средств индивидуальной мобильности в городской транспортной системе» обусловлена стремительным ростом использования средств индивидуальной мобильности (СИМ) в городах Российской Федерации и за рубежом, особенно в контексте их функционирования как транспорта последнего километра (ТПК). СИМ, в первую очередь электросамокаты и аналогичные устройства, всё чаще используются не только для рекреационных целей, но и в качестве полноценного элемента мультимодальных пассажирских и логистических цепочек, обеспечивая «бесшовное» перемещение от пункта отправления до конечного пункта назначения.

Однако, массовое внедрение СИМ в городскую среду сопровождается серьёзными проблемами, прежде всего – ростом аварийности и травматизма. По данным НЦ БДД МВД России, количество ДТП с участием СИМ за период 2019–2024 гг. составило 9 691, обуславливая рост более чем в 30 раз (с 142 ДТП в 2019 и 4 426 ДТП в 2024 году), в результате которых погибло 150 человек и было ранено 10 025 человек. При этом правовой статус пользователей СИМ остаётся не до конца определённым, а нормативно-техническая база, регулирующая их использование, отстаёт от реалий повседневной эксплуатации. Особенно остро стоит вопрос совместного движения СИМ и пешеходов на тротуарах и пешеходной инфраструктуре, где высокая скорость СИМ создаёт угрозу для наиболее уязвимых участников дорожного движения – детей, пожилых людей и маломобильных групп населения.

В этих условиях научное обоснование условий безопасного функционирования СИМ в рамках городской транспортной системы, разработка теоретических моделей оценки рисков ДТП, а также практических рекомендаций по организации инфраструктуры и регулированию скоростных режимов приобретают особую значимость. Тема диссертации полностью соответствует приоритетным направлениям развития транспортной системы РФ, закреплённым в национальных целях развития до 2030 и 2036 годов, в частности – целям «сохранение населения, укрепление здоровья и повышение благополучия людей» и «комфортная и безопасная среда для жизни».

Таким образом, исследование В. А. Купавцева является своевременным, социально значимым и отвечает насущным потребностям современной

транспортной политики, направленной на обеспечение безопасности, устойчивости и эффективности городской мобильности.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформированных в диссертации.** Научные положения, выводы и практические рекомендации, представленные в диссертационной работе В. А. Купавцева, отличаются высокой степенью теоретической и экспериментальной обоснованности. Автор последовательно реализует системный подход к исследованию СИМ как компонента городской транспортной системы, опираясь на междисциплинарную методологию, включающую элементы транспортного планирования, теории безопасности дорожного движения, математического моделирования, социологических и натуральных исследований, а также компьютерного моделирования.

Во-первых, обоснованность первого положения – о выделении СИМ в самостоятельную подсистему ТПК – подтверждается детальным анализом международного и отечественного опыта, а также количественными данными по росту спроса на микромобильность (в частности, в Москве количество поездок на электросамокатах выросло с 0,1 млн в 2018 г. до 64 млн в 2023 г.), что позволило Купавцеву В.А. корректно позиционировать СИМ как устойчивый и структурно значимый элемент мультимодальной транспортной системы.

Во-вторых, предложенная Купавцевым В. А. классификация СИМ по массе и мощности имеет четкую прикладную направленность: она позволяет дифференцировать требования к активной и пассивной безопасности, а также формировать нормативно-техническую базу.

В-третьих, теоретические модели оценки рисков ДТП, разработанные Купавцевым В. А., базируются на фундаментальных принципах анализа транспортных конфликтов и учитывают ряд ключевых факторов – плотность пешеходного потока и скоростные характеристики СИМ.

В-четвертых, экспериментальная база исследования, основанная на данных социологического опроса, позволила сформировать профиль водителя СИМ и натурные эксперименты подтвердили зависимость скорости движения СИМ от плотности пешеходного потока. Наиболее весомым доказательством является серия виртуальных экспериментов в программных средах ANSA BETA CAE, LS-DYNA и MADYMO, в ходе которых был рассчитан критерий травмирования головы (НІС) при наезде СИМ на ребенка.

В-пятых, практические рекомендации, включая проект выделенной полосы на Брестской улице в Москве и технико-экономическое обоснование её эффективности, продемонстрировали не только теоретическую, но и экономическую целесообразность предложенных решений.

Таким образом, все основные положения, выводы и рекомендации диссертации логически вытекают из поставленной цели, подкреплены многоуровневой доказательной базой и соответствуют современным требованиям к научным исследованиям в области транспортных систем.

**Научная новизна работы.** Научная новизна диссертационного исследования В. А. Купавцева заключается в комплексном и системном подходе к проблеме повышения безопасности СИМ в условиях городской транспортной системы, что позволило получить ряд оригинальных теоретических и прикладных результатов, ранее не представленных в отечественной и зарубежной научной литературе.

Во-первых, впервые обосновано выделение СИМ в самостоятельную подсистему городской транспортной системы в составе ТПК.

Во-вторых, предложена новая классификация СИМ, что обеспечивает научно обоснованную дифференциацию требований к активной и пассивной безопасности, а также формирование нормативно-технической базы с учётом реальных эксплуатационных характеристик устройств.

В-третьих, разработана оригинальная теоретическая модель оценки риска наезда СИМ на пешехода, учитывающая плотность пешеходного потока и скоростные характеристики СИМ. Модель позволяет количественно прогнозировать частоту и тяжесть ДТП при совмещённом использовании СИМ в пешеходной инфраструктуре, что представляет собой значительный вклад в теорию безопасности дорожного движения применительно к новым видам транспорта.

В-четвёртых, впервые получена обоснованная величина безопасной скорости движения СИМ на пешеходной инфраструктуре – 13 км/ч, основанная на результатах конечно-элементного моделирования наезда

В-пятых, впервые проведена комплексная оценка технико-экономической эффективности создания выделенной инфраструктуры для СИМ.

Таким образом, диссертационное исследование Купавцева В. А. вносит вклад в развитие теории и практики обеспечения безопасности новых форм городской мобильности, предлагая научно-обоснованные решения, имеющие как теоретическую ценность, так и высокую практическую значимость для транспортной политики и градостроительного планирования.

**Достоверность научных результатов** подтверждается: использованием авторитетных и актуальных источников, посвященных тематике исследования; надежностью данных, полученных с использованием официальных источников; апробацией полученных результатов на международных конференциях и публикацией результатов исследования в журналах, рекомендованных высшей аттестационной комиссией.

**Теоретическая значимость работы.** Работа вносит вклад в развитие теории городской мобильности: обосновано выделение СИМ в самостоятельную подсистему городских транспортных систем, разработаны модель оценки риска наезда СИМ на пешехода в зависимости от плотности пешеходного движения и модель нормирования безопасной скорости СИМ по условиям ровности дорожного покрытия, проведено компьютерное моделирование тяжести последствий наезда СИМ на различные категории пешеходов, а также предложена классификация СИМ.

**Практическая значимость работы.** Результаты диссертации В.А. Купавцева нашли практическое применение в деятельности следующих организаций, что подтверждено актами о внедрении – Спецдорпроект (справка о внедрении подписана руководителем проекта отдела планирования, моделирования и проектного обеспечения организации дорожного движения – Д.П. Корчагин), Минтранса России (вправка о внедрении подписана заместителем директора Департамента государственной политики в области автомобильного и городского пассажирского транспорта), Департаментом транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы (справка о внедрении подписана заместителем руководителя Департамента А.Ю. Митяевым).

Разработанные рекомендации – включая ограничение скорости до 13 км/ч на пешеходной инфраструктуре, классификацию СИМ и проект организации выделенной полосы – уже используются в реальной практике и обладают высокой технико-экономической эффективностью.

**Оценка содержания диссертации, её завершенности и качества оформления.** Диссертационная работа В. А. Купавцева «Разработка методов повышения безопасности движения средств индивидуальной мобильности в городской транспортной системе» выполнена на высоком научном и методологическом уровне. Структура, логика изложения и содержание всех разделов соответствуют требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности Транспортные и транспортно-технологические системы страны, её регионов и городов, организация производства на транспорте.

*Введение* чётко обосновывает актуальность темы, формулирует цель и задачи исследования, определяет объект и предмет, а также рабочую гипотезу. Купавцев В.А. корректно соотносит работу с паспортом специальности, указывая соответствие пунктам 5 и 11. Проблематика безопасности СИМ раскрыта с учётом современных вызовов урбанизации, роста аварийности и отсутствия нормативной базы.

*Глава 1* посвящена анализу места и роли СИМ как ТПК в структуре городской транспортной системы. Купавцев В.А. системно рассматривает эволюцию городской мобильности, выделяет СИМ в самостоятельную подсистему и обосновывает их функциональную значимость в мультимодальных цепочках. Приведены актуальные данные по росту использования СИМ в Москве, проанализированы зарубежные и отечественные практики, а также основные проблемы, связанные с их эксплуатацией. Глава логически завершена выводами, которые служат основой для постановки дальнейших задач.

*Глава 2* содержит результаты анализа методов и средств повышения безопасности дорожного движения СИМ. Рассмотрен международный опыт регулирования движения СИМ, состояние аварийности в РФ, а также подходы к обеспечению активной и пассивной безопасности. Глава демонстрирует глубокое понимание Купавцевым В. А. правовых, организационных и

технических аспектов проблемы и формирует теоретическую базу для разработки собственных моделей.

*Глава 3* представляет собой основу теоретической части работы. В ней разработана классификация СИМ по полной массе и мощности привода, предложены две ключевые модели:

модель оценки риска наезда СИМ на пешехода с учётом плотности пешеходного потока;

модель нормирования безопасной скорости движения с учётом ровности дорожного покрытия и геометрии препятствий (бордюров, колеи и др.).

Модели построены на строгой математической основе, с чёткими допущениями и границами применимости. Глава завершается логичными выводами, которые напрямую связаны с поставленными задачами.

*Глава 4* посвящена экспериментальным исследованиям. Купавцев В.А. провёл масштабный социологический опрос, установил профиль типичного пользователя СИМ, получил зависимость скорости движения СИМ от плотности пешеходного потока, а также выполнил серию виртуальных экспериментов в программных средах ANSA BETA CAE, LS-DYNA и MADYMO. На основе конечно-элементного моделирования наезда на ребёнка был обоснован критический порог скорости – 13 км/ч на пешеходной инфраструктуре.

*Глава 5* демонстрирует практическую ценность исследования. На примере микрорайона «Павшинская Пойма» смоделирован спрос на СИМ как ТПК. Разработан проект выделенной полосы на Брестской улице в Москве, выполнено технико-экономическое обоснование и сформулирован комплекс рекомендаций по повышению активной и пассивной безопасности, направленных в Минтранс России.

*Заключение* резюмирует достигнутые результаты, подтверждает достижение цели и решение всех поставленных задач. Выводы полностью соответствуют положениям, выносимым на защиту, и отражают научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы.

Качество оформления диссертации соответствует требованиям, предъявляемым к научным исследованиям – текст структурирован, иллюстрации и таблицы чёткие и информативные, ссылки на источники корректны, список литературы включает 110 наименований, в том числе зарубежные и нормативные документы. Общий объём работы – 133 страницы основного текста.

Диссертационная работа является завершённым, логически целостным и методологически строгим исследованием, в котором теоретические положения подтверждены экспериментальными данными, а практические рекомендации – экономически обоснованы и подтверждены актами внедрения.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** Работа Купавцева В. А. полностью соответствует паспорту специальности 2.9.1. Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте, а именно пунктам: 5

«Принципиально новые виды городского транспорта, технологии обеспечения городской мобильности» и 11 «Надёжность и безопасность функционирования транспортных систем, управление рисками»

#### **Замечания по диссертации:**

В главе 3, п.п. 3.4 при выполнении математического анализа наезда колеса самоката на препятствие, в формуле 18 при расчете угла  $\varphi$  следует использовать угол  $\alpha$ , аналогично в алгоритме расчета безопасной скорости движения (рис. 21) при расчете времени преодоления препятствия присутствует опечатка, вместо необходимого указания угла  $\alpha$  указан  $\arcsin \alpha$ , вместо  $R$ , указан  $R^2$ .

В главе 4, п.п 4.1 (стр. 92–93) указано, что объём выборки составил 3070 респондентов, однако не приводится информация о репрезентативности выборки по географическому признаку: все ли респонденты проживают в Москве или выборка включала жителей других городов? Это важно для обобщения выводов на уровень всей Российской Федерации, особенно в контексте рекомендаций, направленных в Минтранс России.

На с. 98 -99, в частности в уравнениях (27) и (29), а также на рисунке 33 и рисунке 34 не ясны единицы измерения по показателю – плотность пешеходного потока.

. В главе 4, п.п. 4.3 стр. 106 при обосновании критического порога НИС не приведены конкретные нормативные документы, подтверждающие, что значение НИС = 700 соответствует 100% вероятности гибели ребёнка.

Указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования.

**Общее заключение.** Диссертационная работа Купавцева Владимира Анатольевича на тему «Разработка методов повышения безопасности движения средств индивидуальной мобильности в городской транспортной системе» посвящена решению актуальной научно-практической задачи – обеспечению безопасности и повышению эффективности эксплуатации средств индивидуальной мобильности в условиях современного города. Работа выполнена на высоком научном и методологическом уровне и полностью соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п. 9–11, 13 и 14 Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» в ред. от 16.10.2024), а ее автор Купавцев Владимир Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.1. Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте

#### **Официальный оппонент**

Доктор технических наук, доцент, директор института дополнительного образования и профессионального обучения «Высшая технологическая школа БГТУ им. В. Г. Шухова» Федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова»

 Шевцова Анастасия Геннадьевна

Диссертация защищена по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта

«11» февраля 2026 г.

Подпись Шевцовой А. Г. заверяю

Первый проректор БГТУ им. В. Г. Шухова

д.т.н., проф.



Евтушенко Евгений Иванович

Адрес организации: 308012, Белгородская область, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, официальный сайт организации: <https://www.bstu.ru/>, тел/факс: +7 (4722) 54-20-87, e-mail: [rector@intbel.ru](mailto:rector@intbel.ru).

Сотзыйван организацион



20.02.2026г