

04-14
18.02.2026

ОТЗЫВ

официального оппонента,
кандидата технических наук, доцента Шелмакова Сергея Вячеславовича
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

Массовое распространение средств индивидуальной мобильности (СИМ), прежде всего электросамокатов, в российских городах за последние годы кардинально изменило структуру городской транспортной системы. СИМ перестали быть исключительно рекреационным устройством и превратились в полноценный элемент мультимодальной транспортной цепочки, обеспечивая «бесшовное» соединение между остановками общественного транспорта и конечными пунктами назначения. Это стало возможным благодаря развитию цифровых платформ кикшеринга, росту урбанизации и стремлению горожан к более гибким, экономичным и экологичным способам передвижения. В результате, в городской среде сформировалась новая подсистема – транспорт последнего километра, которая требует собственных подходов к регулированию, проектированию инфраструктуры и обеспечению безопасности. В то же время рост активного использования СИМ привел к резкому росту аварийности с участием их участием. Согласно данным НЦ БДД МВД России, количество ДТП с участием СИМ за период 2019–2023 гг. увеличилось более чем в 22 раза: с 142 до 3100 случаев в год. Число пострадавших выросло в 22 раза, а погибших – в 7 раз. Особенно тревожной является доля наездов СИМ на пешеходов, составляющая свыше 85% от всех происшествий с их участием, что подчеркивает высокую уязвимость тротуаров как зоны совместного движения.

В этих условиях научное обоснование условий безопасного использования СИМ в городских условиях, разработка методов оценки рисков и выработка практических мер по снижению аварийности становятся насущной задачей современной транспортной политики. Актуальность исследования Купавцева В.А. состоит, в первую очередь, в том, что оно своевременно отвечает на эти вызовы.

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

Научные положения, выводы и практические рекомендации, представленные в диссертационной работе Купавцева В.А. логически выстроены согласно поставленной цели, подкреплены многоуровневой доказательной базой и соответствуют современным критериям к научной строгости и прикладной ориентации исследований в области транспортных систем.

Научная новизна исследования

Научная новизна заключается в:

1. Обосновании роли и места транспорта последнего километра как подсистемы городского транспорта.
2. Разработке новой классификации средств индивидуальной мобильности по полной массе транспортного средства (транспортного средства и оператора) и мощности привода.
3. Разработке теоретической модели оценки риска наезда средства индивидуальной мобильности на пешехода с учетом плотности движения пешеходного потока.
4. Разработке теоретической модели нормирования безопасной скорости движения средства индивидуальной мобильности.
5. Получении результатов экспериментов, характеризующих:
 - профиль пользователя и характеристики использования средства индивидуальной мобильности как транспорта последнего километра;
 - зависимость средней скорости движения средства индивидуальной мобильности от плотности пешеходного движения на пешеходной инфраструктуре;
 - тяжесть последствий наезда средства индивидуальной мобильности на пешеходов.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы заключается в развитии научных основ обеспечения безопасности новых форм мобильности в рамках мультимодальных городских транспортных систем. Купавцевым В. А. разработаны модели оценки риска наезда на пешехода и нормирования безопасной скорости. Разработана методология компьютерного моделирования риска гибели различных групп пешеходов в результате наездов на них СИМ на пешеходной инфраструктуре.

Практическая значимость работы заключается в разработке рекомендаций и мероприятий по повышению безопасности городской транспортной системы с учетом движения средств индивидуальной мобильности на улично-дорожной сети. Практическая ценность диссертационного исследования Купавцева В.А. подтверждена не только логикой выводов, но и реальным применением его результатов в деятельности профильных организаций, что зафиксировано в официальных актах о внедрении.

Министерство транспорта Российской Федерации использовало разработанные автором рекомендации при подготовке предложений по совершенствованию нормативно-правовой базы, регулирующей использование СИМ. В частности, были учтены обоснования безопасной скорости движения (13 км/ч на пешеходной инфраструктуре), а также предложения по классификации СИМ по полной массе и мощности привода, что позволяет дифференцировать требования к их эксплуатации.

Департамент транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы применил результаты работы при проектировании выделенной инфраструктуры для СИМ. Конкретно – при разработке проекта отдельной полосы на Брестской улице, где была реализована модель совмещенного движения СИМ и велосипедистов с полным отделением от пешеходного потока.

Таким образом, исследование Купавцева В.А. не ограничивается теоретическими выводами – оно представляет собой законченный прикладной инструмент, востребованный на всех уровнях управления городской транспортной системой – от федерального до образовательного.

Достоверность научных результатов

Достоверность научных результатов, полученных в диссертационной работе Купавцева В.А., обеспечена применением комплексного методологического подхода, включающего теоретический анализ, эмпирические исследования и численное моделирование, а также соблюдением принципов воспроизводимости, верифицируемости и внутренней логической согласованности.

Во-первых, все теоретические положения обоснованы на основе анализа достоверных источников: использованы официальные статистические данные НЦ БДД МВД России, материалы Минтранса РФ, международные стандарты (EN 17128), а также публикации в рецензируемых научных журналах. Это

исключает произвольную интерпретацию исходной информации.

Во-вторых, эмпирическая база исследования характеризуется достаточным объёмом и репрезентативностью. Социологический опрос охватил 3070 респондентов, что обеспечивает статистическую значимость выводов о поведенческих паттернах пользователей СИМ. Натурные замеры скорости движения проведены в различных условиях городской среды и подтверждены количественной зависимостью.

В-третьих, ключевые результаты, в частности, обоснование безопасной скорости 13 км/ч на пешеходной инфраструктуре – получены методом конечно-элементного моделирования в сертифицированных программных комплексах ANSA BETA CAE, LS-DYNA и MADYMO, широко применяемых в мировой практике при исследовании биомеханических последствий дорожно-транспортных происшествий. Использование критерия травмирования головы (НІС) в качестве метрики тяжести последствий соответствует общепринятым подходам в области безопасности дорожного движения.

В-четвёртых, внутренняя согласованность работы подтверждается тем, что экспериментальные данные напрямую верифицируют теоретические модели: зависимость скорости от плотности пешеходного потока, полученная в натурных наблюдениях, согласуется с предпосылками модели оценки риска; результаты виртуального моделирования коррелируют с данными аварийности, приведёнными в главе 2.

Наконец, практическая проверка результатов через их внедрение в деятельность Минтранса России и Дептранса Москвы служит дополнительным подтверждением их достоверности и применимости в реальных условиях.

Таким образом, совокупность теоретических, экспериментальных и практических свидетельств позволяет утверждать, что научные результаты диссертации являются достоверными, обоснованными и пригодными для использования в научных и прикладных целях.

Оценка содержания диссертации, её завершённости и качества оформления

Диссертационная работа Купавцева В.А. «Повышение эффективности и безопасности движения средств индивидуальной мобильности как компонента городской транспортной системы» представляет собой логически завершённое исследование, соответствующее современным критериям к кандидатским диссертациям.

Введение корректно формулирует научную проблему, обусловленную несоответствием темпов распространения СИМ уровню нормативно-правового и инфраструктурного обеспечения их безопасной эксплуатации. Цель исследования – повышение эффективности и безопасности функционирования СИМ в условиях городской среды – декомпозирована на пять взаимосвязанных задач. Объект (СИМ как элемент городской транспортной системы) и предмет (условия безопасного движения СИМ) определены с достаточной степенью точности. Рабочая гипотеза, предполагающая возможность снижения аварийности за счёт системного подхода к интеграции СИМ, логически обоснована и последовательно проверяется в ходе исследования.

Глава 1 посвящена теоретико-аналитическому обоснованию выделения СИМ в самостоятельную подсистему транспорта последнего километра. Автор проводит ретроспективный анализ эволюции городской мобильности, выявляя тенденции диверсификации транспортных средств и формирования мультимодальных цепочек. На основе статистических данных (в том числе по Москве) демонстрируется устойчивый рост спроса на СИМ, обусловленный развитием цифровых платформ кикшеринга, урбанизацией и стремлением к снижению транспортных издержек. Проанализирован международный опыт регулирования, что позволяет обосновать необходимость формирования собственной концепции интеграции СИМ в российскую транспортную систему.

Глава 2 носит диагностический характер и направлена на выявление факторов, определяющих уровень аварийности с участием СИМ. Приведены количественные данные НЦ БДД МВД России за 2019–2023 гг. по числу ДТП с участием СИМ. Проведена структуризация происшествий по типам (преобладание наездов на пешеходов – 85%), условиям совершения и возрастным группам пострадавших. Рассмотрены существующие подходы к обеспечению активной и пассивной безопасности, а также международные стандарты (EN 17128). Глава завершается выводом о недостаточности фрагментарных мер и необходимости комплексного решения проблемы.

Глава 3 содержит теоретическое ядро исследования. Предложена классификация СИМ по полной массе (включая оператора) и мощности привода, обеспечивающая основу для дифференцированного нормативного регулирования. Разработаны две взаимосвязанные математические модели:

- модель оценки вероятности наезда СИМ на пешехода, в которой ключевой переменной выступает плотность пешеходного потока;

- модель нормирования безопасной скорости, основанная на расчёте динамической устойчивости СИМ при взаимодействии с элементами дорожной инфраструктуры (бордюры, колеи, неровности).

Обе модели сопровождаются анализом допущений, границ применимости и физического смысла параметров.

Глава 4 представляет эмпирическую базу исследования. Проведён социологический опрос ($n = 3070$), позволивший сформировать социально-демографический и поведенческий профиль пользователя СИМ. Натурными замераами подтверждена обратная зависимость скорости движения СИМ от плотности пешеходного потока (коэффициент детерминации $R^2 = 0,88$). Наиболее значимым результатом является серия виртуальных экспериментов, выполненных в программных средах ANSA BETA CAE, LS-DYNA и MADYMO, в ходе которых методом конечно-элементного моделирования рассчитан критерий травмирования головы (НІС) при наезде СИМ на ребёнка. Полученные данные легли в основу обоснования порогового значения безопасной скорости (13 км/ч) на пешеходной инфраструктуре.

Глава 5 демонстрирует прикладную направленность работы. На примере микрорайона «Павшинская Пойма» смоделирован спрос на СИМ как транспорта последнего километра. Разработан проект выделенной полосы на Брестской улице в Москве с учётом расчётных данных по конфликтности. Выполнено технико-экономическое обоснование: при удельной стоимости строительства ~1 млн руб./км, срок окупаемости составляет менее 1,5 лет за счёт снижения социально-экономического ущерба от ДТП. Сформулирован комплекс рекомендаций, направленных в Минтранс России.

Заключение лаконично резюмирует достигнутые результаты, подтверждает достижение цели и решение всех поставленных задач. Выводы напрямую вытекают из содержания глав и соответствуют положениям, выносимым на защиту.

Оформление работы соответствует критериям ВАК: структура чёткая, иллюстрации информативны, ссылки корректны, список литературы (110 источников) охватывает как отечественные, так и международные публикации, включая нормативные документы. Общий объём (133 страницы основного текста) адекватен сложности темы.

В целом, диссертация является завершённым, методологически выдержанным и практически ориентированным исследованием, в котором

теоретические положения подкреплены экспериментальными данными, а практические предложения – расчётами и актами внедрения.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Диссертация 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. Надежность и безопасность функционирования транспортных систем, управление рисками.

Замечания по диссертации

1. В главе 1 подробно описана роль СИМ в пассажирских перевозках, однако анализ их применения в логистике «последнего километра» ограничивается общими тезисами о курьерской доставке. При этом не рассмотрены количественные оценки эффективности (например, сравнение времени доставки, себестоимости, выбросов CO₂) между использованием СИМ и классического автотранспорта. Это снижает комплексность обоснования роли СИМ как элемента ТПК.

2. В главе 1 п.п. 1.4 (стр. 26–34) приводится перечень стран с данными по автомобилизации и росту популярности СИМ, однако отсутствует сравнительный анализ моделей регулирования: какие подходы оказались наиболее эффективными с точки зрения снижения аварийности или повышения доступности? Без такой систематизации трудно делать выводы о применимости зарубежных практик в российских условиях.

3. В главе 3 при расчёте условий опрокидывания СИМ на бордюрах автор принимает допущение о пренебрежении влиянием центра тяжести оператора, ссылаясь на «статистически незначимую» поправку (5–10%). Однако при скоростях выше 15 км/ч и массе пользователя свыше 100 кг момент инерции существенно влияет на динамику опрокидывания. Такое упрощение может привести к занижению расчётной безопасной скорости и, как следствие, к недооценке рисков.

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

Заключение

Диссертационная работа Купавцева Владимира Анатольевича на тему «Разработка методов повышения безопасности движения средств индивидуальной мобильности в городской транспортной системе» выполнена на высоком уровне и соответствует критериями, 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 25.01.2024), 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:
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры
«Инженерно-экологические инновации и
комплексная безопасность»

«18» 02 2026 г.

Шелмаков Сергей Вячеславович

Справочные данные:

ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)».

Адрес: 125319, г. Москва, Ленинградский проспект, 64, тел. 8(499)155-08-28,
e-mail: ecology@madi.ru

Ученая степень кандидата технических наук присуждена по результатам защиты диссертации по научной специальности 05.22.10 Эксплуатация автомобильного транспорта.

Должность, ученую степень, ученое звание и подпись
Шелмакова Сергея Вячеславовича заверяю:

Ученый секретарь
ученого совета Университета

«18» 02 2026 г.



Алексеева Марина Юрьевна

С отзывом согласен

19.02.2026г