

04-64  
29.04.2026

## ОТЗЫВ

**официального оппонента доктора технических наук, профессора Ложкина Владимира Николаевича на диссертационную работу Деянова Дениса Александровича на тему «Методика оценки энерго-экологической эффективности транспортных потоков на улично-дорожной сети крупного города», 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.**

Диссертационная работа Деянова Дениса Александровича посвящена решению актуальной научно-технической проблемы – оценке энерго-экологической эффективности транспортных потоков на улично-дорожной сети крупного города.

В условиях реализации Парижского соглашения по климату и обязательств Российской Федерации по снижению выбросов парниковых газов (в том числе в рамках национальной цели по углеродной нейтральности к 2060 году) возникает острая потребность в достоверных и детализированных методах учёта выбросов парниковых газов от передвижных источников. Как справедливо отмечает автор, транспортный сектор вносит значительный вклад в антропогенные выбросы парниковых газов, однако существующие методики оценки энергопотребления и выбросов в атмосферу, основанные на нормативах сертификации для стендовых ездовых циклов, не позволяют получать строгие данные для реальных условий эксплуатации на улично-дорожной сети крупных городов.

Стремительная динамика структуры парка транспортных средств в пользу гибридных конструкций с электрическими силовыми установками, а также рост использования газомоторного топлива, объективно требуют вносить справедливые уточнения в применяемые сегодня в мире методы расчёта усредненных значений удельных «коэффициентов» выбросов вредных (загрязняющих) веществ, ориентированных, преимущественно, на бензиновые и дизельные двигатели. Методики оценки энергопотребления и выбросов парниковых газов транспортными потоками с учетом принципиальной специфики распределения в них типажа транспортных средств (по видам топлива и «качеству» энергии), потребовали сегодня расчетных согласований с актуальными устойчивыми тенденциями прогресса в сфере развития конструкций транспортных средств и энергоустановок.

Особую специфичность в решении актуальной проблемы представляет учёт опосредованных, через соответствующий «эквивалент» экологического качества энергии тепловых электростанций, выбросов парниковых газов эксплуатируемыми электромобилями (связанных с производством электроэнергии), без которого в результирующие оценки углеродного следа от электрифицированного транспорта, заведомо, вносится неопределенность.

Работа выполнена в русле приоритетных направлений развития транспортной системы РФ, связанных с низкоуглеродным развитием и повышением энергоэффективности.

Таким образом, исследование Деянова Дениса Александровича является своевременным, социально значимым и отвечает насущным потребностям современной транспортной политики, направленной на обеспечение эффективности мониторинга транспортных потоков на территории крупного города.

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

Научные положения, выводы и практические рекомендации, представленные в диссертационной работе Деянова Дениса Александровича, отличаются высокой степенью теоретической и экспериментальной обоснованности. Автор последовательно реализует системный подход к мониторингу энергопотребления и выбросов парниковых газов транспортными потоками, используя лучшие отечественные и зарубежные практики (в частности, методику COPERT, ездовой цикл WLTP, базу данных MARLIS), адаптируя их к актуальным условиям эксплуатации на УДС крупного города.

Сформированная база данных, состоящая из 3000 моделей одиночных колесных транспортных средств с различными типами энергоустановок по виду топлива (энергии), содержащая их основные технико-эксплуатационные показатели позволила Деянову Д.А. установить регрессионные зависимости коэффициента аэродинамического сопротивления в зависимости от типа кузова и года выпуска ТС, такой коэффициент является критически важным при расчете расхода топлива (энергии) в ездовом цикле.

Предложенный автором комплексный показатель  $K$  в связке с сформированной базой данных позволил ему установить оригинальные зависимости базового расхода топлива (энергии), сгруппированных по виду используемого топлива транспортных средств, достаточной для практики, точности оценок, не вступающих в противоречие с широко апробированными оценками других авторов и организаций (достоверности). Последнее позволило ему учитывать не только бензиновые и дизельные транспортные средства, но и ТС, работающие на газовом топливе, а также электромобили.

Авторская структура транспортного потока, разработанная Деяновым Д.А. совмещает в себе необходимую детализированность, при этом она адаптирована к общедоступным данным государственной статистики.

Разработанная автором комплексная методика оценки энергопотребления и выбросов парниковых газов транспортными потоками позволяет количественно оценить как удельные (на километр пробега), так и валовые показатели энергопотребления (в МДж), расхода топлива (в литрах), потребления электроэнергии на тягу (в кВт·ч) и выбросов парниковых газов (прямых и косвенных, в тоннах CO<sub>2</sub>-экв.).

Автором разработан инженерный вариант методики, позволяющий при помощи матриц значений удельного расхода топлива транспортным потоком

произвести количественную оценку энергопотребления и выбросов ПГ транспортным потоком актуального состава по виду топлива на крупных территориях.

Приведены результаты сценарного прогноза энерго-экологической оценки эффективности развития транспортной системы на примере города Москвы с добавлением элементов ГИС-анализа, позволяющие наглядно представлять и достоверно оценивать уровни выбросов ПГ в зависимости от прогрессивных направлений развития ТДК крупного города.

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 и достоверность работы.**

Научная новизна диссертационного исследования Деянова Дениса Александровича заключается в комплексном и системном подходе к проблеме оценке энергоэффективности и выбросов парниковых газов в условиях транспортной системы крупного города, что позволило получить ряд оригинальных теоретических и прикладных результатов, ранее не представленных в отечественной и зарубежной научной литературе.

Во-первых, разработана комплексная методика оценки энергопотребления и выбросов парниковых газов транспортными потоками, позволяющая перейти от лабораторных ездовых циклов (WLTP) к реальным условиям эксплуатации с учётом изменяющейся структуры парка по виду топлива/энергии.

Во-вторых, предложена авторская структура транспортного потока, состоящая из 14 категорий, адаптированная под данные государственной статистики, включающая электромобили и пассажирский транспорт общего пользования, что обеспечивает оптимальный баланс между детализацией и практической применимостью.

В-третьих, установлены регрессионные зависимости коэффициента аэродинамического сопротивления  $C_x$  от года выпуска для 11 типов кузовов (на основе 579 моделей ТС за 1970–2025 гг.); базового расхода топлива/энергии от комплексного показателя  $K$  (учитывающего массу, объём двигателя и обтекаемость) для легковых ТС с бензиновыми, дизельными и электрическими двигателями.

В-четвёртых, разработан метод пересчёта удельных выбросов и расхода топлива в зависимости от средней скорости потока и интенсивности движения с использованием фазового анализа цикла WLTP (коэффициенты  $k_1$ – $k_3$ ).

В-пятых, Выполнена оценка энерго-экологической эффективности двух альтернативных сценариев развития городской транспортной системы («Электрификация» и «Переход на пассажирский транспорт общего пользования») с выявлением разнонаправленного влияния на прямые и косвенные выбросы.

Представленные в диссертационном исследовании научные положения являются достоверными, доложены и обсуждены на конференциях разных уровней, отражены в статьях.

Таким образом, диссертационное исследование Деянова Д.А. вносит вклад в развитие теории и практики эффективного мониторинга энергопотребления и выбросов парниковых газов транспортными потоками, предлагая научно-обоснованные решения, имеющие как теоретическую ценность, так и высокую практическую значимость для транспортной политики крупных городов.

#### **Теоретическая значимость работы.**

Работа вносит вклад в развитие теории транспортных систем и экологической безопасности: развиты методы математического и имитационного моделирования энергопотребления и выбросов ПГ транспортными потоками; обоснован комплексный показатель  $K$  для оценки базового расхода топлива ТС различных типов; разработана методика перехода от лабораторных циклов к реальным эксплуатационным расходам топлива; предложены зависимости  $C_x$  от года выпуска; предложена авторская структура транспортного потока.

#### **Практическая значимость работы.**

Результаты диссертации Д.А. Деянова нашли практическое применение в деятельности ОАО «НИИАТ» и Минтранса России (справка о внедрении подписана генеральным директором ОАО «НИИАТ» В.В. Машковым), разработанная методика использована для установления базовых норм расхода электроэнергии для 46 марок легковых автомобилей, внесено в Распоряжение Минтранса России № АМ-23-р. Созданы два программных комплекса (свидетельства о регистрации ЭВМ № 2024663884 и № 2024663883) для автоматизации расчетов расхода топлива и выбросов ПГ.

#### **Оценка содержания диссертации, её завершенности и качества оформления.**

Диссертационная работа Деянова Дениса Александровича «Методика оценки энерго-экологической эффективности транспортных потоков на улично-дорожной сети крупного города» 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 2.9.1. 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. Деянов Д.А. корректно соотносит работу с паспортом специальности, указывая соответствие пункту 12.

*Глава 1* представляет собой глубокий анализ состояния вопроса. Автором рассмотрены существующие ездые циклы, основные

используемые методы оценки путевого расхода топлива, отечественные и зарубежные методики оценки выбросов транспортными потоками, методы оценки на уровне транспортных сетей с использованием ГИС и теории графов, мероприятия, оказывающие влияние на энергопотребление и выбросы парниковых газов транспортными потоками.

Анализ показывает хорошее владение литературой, на его основе автор формулирует цель и задачи исследования.

*Глава 2* является основной теоретической частью. Представлена методика оценки энергопотребления и выбросов парниковых газов транспортными потоками, описаны все ее составляющие. Приведен анализ существующих структур транспортного потока, на основе такого анализа автором предложена оригинальная структура транспортного потока. Глава демонстрирует глубокое понимание Деяновым Д.А. современных методов проведения научного исследования.

*Глава 3* посвящена экспериментальным исследованиям. Деянов Д.А. провёл натурный эксперимент по установлению основных характеристик транспортного потока на Кутузовском проспекте с применением видеонаблюдения. Описана методика проведения эксперимента, получены сведения о коэффициентах загрузки транспортных средств.

*Глава 4* демонстрирует практическую ценность исследования. На примере города Москвы рассмотрены два сценария (электрификация и переход на пассажирский транспорт общего пользования) развития транспортной системы города до 2030 года. Выявлено разнонаправленное действие сценариев, сделан важный вывод о необходимости комбинированного развития транспортной системы.

*Заключение* резюмирует достигнутые результаты, подтверждает достижение цели и решение всех поставленных задач. Выводы полностью соответствуют задачам 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 77 наименований, в том числе зарубежные и нормативные документы. Общий объём работы – 143 страницы основного текста.

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

#### **Соответствие диссертации паспорту научной специальности.**

Работа Деянова Д. А. полностью соответствует паспорту специальности 2.9.1. Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте, пункту 12 «Защита окружающей среды от загрязняющего воздействия транспорта».

### **Замечания-пожелания по диссертации:**

1. Отсутствует сопоставление расчётных значений выбросов парниковых газов с результатами натуральных измерений (например, с использованием передвижных экологических лабораторий или стационарных постов) в сопоставимых условиях контроля. Это могло бы повысить точность частных локальных оценок выявленных автором достоверных закономерных тенденций экологически опасных ситуаций на городской УДС.

2. Разработанная методика фокусируется только на прямых выбросах от сгорания топлива (отработавшие газы) и опосредованных выбросах при производстве электроэнергии теплоцентралями. За рамками исследования оказались такие значимые источники парниковых газов и загрязнителей, как продукты износа тормозных колодок, шин и дорожного полотна, а также эмиссия ЗВ топливными испарениями, что могло бы добавить информацию в части полноты экологических оценок воздействия транспортных потоков на окружающую среду и здоровье населения.

3. Результаты экспериментальных исследований в третьей главе диссертации представлены излишне лаконично без детального описания методики проведения измерений характеристик транспортных потоков, включая оценку значений коэффициентов загрузки по разным типам пассажирских и грузовых транспортных средств. Конечно, это не в коей мере не вступает в противоречие с высокой степенью обоснованности и достоверности полученных автором результатов, не вызывающих сомнений, но в данном направлении можно порекомендовать диссертанту продолжить последующие научные исследования с более строгой детализацией отмеченных явлений.

Указанные замечания не являются принципиальными и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования. Они могут быть учтены автором при дальнейшем совершенствовании методики и в последующих работах.

### **Общее заключение.**

Диссертационная работа Деянова Дениса Александровича на тему «Методика оценки энерго-экологической эффективности транспортных потоков на улично-дорожной сети крупного города» посвящена решению актуальной научно-практической задачи –повышению эффективности мониторинга энергопотребления и выбросов парниковых газов транспортными потоками на территории крупного города. Работа выполнена на высоком научном и методологическом уровне и полностью соответствует требованиям, 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 Деянов Денис Александрович 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, профессор, профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е. Н. Зиничева»



Ложкин Владимир Николаевич


Диссертация защищена по специальности 05.04.02. Тепловые двигатели

«22» 04 2026 г.



Адрес организации: 196105, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 149, тел: +7 (812) 388-86-86, e-mail: pr@igps.ru, <https://www.bstu.ru/>

С отзывом ознакомлен

 29.04.26.