

ОТЗЫВ

**официального оппонента доктора технических наук, профессора
Ложкиной Ольги Владимировны**

на диссертационную работу Ракова Вячеслава Александровича на тему:
**«Методология комплексной оценки и обеспечения эффективности
эксплуатации гибридных автомобилей»**, представленную в
диссертационный совет 24.2.380.05 при ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный архитектурно-строительный университет» к публичной
защите на соискание ученой степени доктора технических наук по научной
специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта

Актуальность темы диссертационной работы

Несмотря на беспрецедентное ужесточение нормативных экологических требований и снижение благодаря этому показателей токсичности автотранспортных средств, в локальных пространственно-временных масштабах в городах Российской Федерации и мира автотранспорт по-прежнему остается одним из ключевых источников загрязнения окружающей среды. Для дальнейшего сокращения негативного воздействия автотранспортного комплекса на среду обитания и здоровье населения Стратегией развития автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта Российской Федерации на период до 2030 г. предусмотрено расширение доли автомобилей, работающих на альтернативных энергетических установках, в т.ч. гибридных автомобилей.

Однако следует отметить, что пока что планируемые показатели по внедрению альтернативных (гибридных) автомобилей не достигнуты, и этому препятствует ряд организационных и административных факторов (недостаточное развитие соответствующей инфраструктуры, налоговое стимулирование, субсидирование отрасли и т.д.), а также недостаточная проработка государственных стандартов, научно-обоснованных методик, методов и критериев оценки и прогнозирования экологического воздействия гибридных автомобилей на окружающую среду. Ввиду разнообразия типов комбинированных энергоустановок гибридных автомобилей, массы и грузоподъемности самих автомобилей задачу оценки их экологической безопасности и экономичности необходимо решать комплексно, а критерии должны быть универсальными и пригодными к стандартизации.

В связи с вышесказанным, представляется очевидным, что диссертационная работа Ракова В.А., направленная на решение крайне важной научно-технической проблемы – создание методологии комплексной оценки и

обеспечения эффективности эксплуатации гибридных автомобилей с целью повышения экологической безопасности и энергоэффективности автотранспортного комплекса в Российской Федерации, выполнена на крайне актуальную тему.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- установлены закономерности влияния рекуперативного торможения на эффективность эксплуатации гибридных автомобилей по показателям снижения расхода топлива и выбросов загрязняющих веществ;
- выявлены зависимости влияния условий эксплуатации на топливную экономичность, экологические свойства гибридных автомобилей и изменение технического состояния КЭУ;
- разработан расчетный метод априорной теоретической оценки топливной экономичности гибридных автомобилей, учитывающий тип и характеристики КЭУ при заданных циклах движения и потери в цепочках передачи энергии;
- предложен метод комплексной оценки и обеспечения эффективности эксплуатации гибридных автомобилей, включающий критерии энергоэффективности и экологической безопасности, обоснование границ экономической целесообразности и методику определения снижения экономических издержек при эксплуатации;
- разработаны технические решения и мероприятия, направленные на обеспечение эффективности и повышение надежности гибридных автомобилей в эксплуатации.

Следует особо положительно отметить, что новизна и востребованность отмеченных научных результатов подтверждены документально (в установленном законодательством порядке) при многоуровневой их адаптации, включающей в т.ч. государственную научно-техническую экспертизу.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается применением известных общенаучных методов, использованием сертифицированных средств измерения, применением алгоритмов проверки и верификации, экспериментальным подтверждением полученных результатов и сопоставлением их с другими общеизвестными достижениями.

Теоретическая значимость результатов диссертационной работы заключается в: установлении влияния рекуперативного торможения на эффективность гибридных автомобилей по показателям снижения расхода топлива и выбросов загрязняющих веществ; установлении влияния условий

эксплуатации на топливную экономичность и экологические свойства гибридных автомобилей, а также закономерности изменения технического состояния КЭУ при эксплуатации; разработке метода априорной теоретической оценки топливной экономичности гибридных автомобилей с различными типами энергоустановок при разных циклах движения; разработке метода комплексной оценки и обеспечения эффективности эксплуатации гибридных автомобилей, включающего критерии энергоэффективности и экологической безопасности, обоснование границ экономической целесообразности и методику определения снижения экономических издержек при эксплуатации.

Практическая ценность работы состоит в: обосновании границ эффективной эксплуатации гибридных автомобилей с разными типами КЭУ в зависимости от годового пробега и периода эксплуатации, получении результатов оценки эффективности гибридных автомобилей разных категорий; разработке технических решений и мероприятий, направленных на повышение эффективности и надежности гибридных автомобилей при эксплуатации.

Практическая ценность подтверждается применением результатов на российских предприятиях, осуществляющих разработку и производство электротранспорта, в организациях, эксплуатирующих гибридные автомобили и (или) обеспечивающих техническую и информационную поддержку при эксплуатации гибридных автомобилей, а также в образовательном процессе при подготовке специалистов автотранспортного комплекса. Результаты работы использованы при реализации государственных программ поддержки, производства и использования экологически чистого транспорта.

Оценка содержания и качества оформления диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав основного текста, общих выводов, заключения по работе, списка условных обозначений и сокращений, списка использованных литературных источников и приложений. Общий объем диссертационной работы составляет 422 страницы, включая 101 рисунок, 38 таблиц, список использованных источников из 265 наименований, и 6 приложений на 90 страницах.

Во введении диссертации убедительно обоснована актуальность, сформулирована проблема исследования, изложены существующие подходы к ее решению, сформулированы цель и задачи исследования, указана научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, сведения о публикациях, апробации и реализации результатов исследования.

В первой главе автор обосновывает выбор объекта исследования и рассматриваемых критериев эффективности гибридных автомобилей на основе

анализа автомобильного парка России и других странах мира, текущего уровня развития гибридных автомобилей, видов эксплуатационных свойств и их влияние на основные характеристики автомобилей, существующей практики оценки экологической безопасности автомобилей в РФ и других странах.

Во второй главе весьма подробно изложены методы и методики оценки эффективности эксплуатации гибридных автомобилей, разработанные автором, и результаты их апробации, в т.ч. методы оценки топливной экономичности по параметрам рабочих процессов движения гибридного автомобиля, методы оценки влияния рекуперативного торможения на эффективность гибридных автомобилей. Положительным является исследование топливной экономичности и уровня выбросов как в лабораторных условиях, так и в условиях реальной эксплуатации.

В третьей главе приводятся описание метода теоретической оценки расхода топлива гибридными автомобилями, а также выбросов CO_2 при движении по заданному циклу. Расчетный аппарат представленного метода базируется на известных теоретических зависимостях, анализе потерь энергии в энергоустановке. Приводятся ограничения и допущения по использованию метода. Сам метод и представленные результаты могут быть полезны для разработки методики оценки выбросов гибридными и электрическими автомобилями, для эксплуатирующих организаций, рассматривающих использование гибридных автомобилей, и в учебном процессе при изучении студентами новых типов энергоустановок и их характеристик.

В четвертой главе изложен метод комплексной оценки эффективности эксплуатации гибридных автомобилей, включающий методику сравнительной оценки экономических издержек при их эксплуатации, устанавливающую взаимосвязь между первоначальной и остаточной стоимостью, затратами на топливо и экономической выгодой от эксплуатации. В этой главе автор использует собственные ранее полученные результаты прогнозирования расхода топлива для определения возможной экономии топлива и материальных ресурсов в целом за счет эксплуатации гибридных автомобилей. Эти же результаты автор использует для оценки влияния гибридных автомобилей на выбросы CO_2 эксплуатируемыми в стране автомобилями.

Для оценки эффективности гибридных автомобилей автор использует результаты собственных исследований и ГОСТ Р 58554-2019 «Автомобильные транспортные средства. Показатели энергоэффективности и экологии. Способы информирования потребителей», и этим автор показывает, что

предлагаемые критерии не противоречат, а только дополняют существующие подходы в оценке.

Применение для оценки эффективности тяжелых гибридных автомобилей удельных показателей также обосновано и, кроме того, уже используется в отраслевых стандартах по оценке выбросов грузовых автомобилей, где единицами измерения являются г/кВт·ч.

В пятой главе предложены технические решения и мероприятия по обеспечению эффективности эксплуатации гибридных автомобилей и повышению их надежности. Даны предложения по стимулированию производства и эксплуатации более эффективных гибридных автомобилей.

Приведенные рекомендации сформированы на основании полученных в работе выводов и придают ей большую практическую значимость.

В заключении приводятся основные результаты выполненного научного исследования. Выводы полностью соответствуют поставленным цели и задачам, научной новизне и содержанию диссертации.

Анализ рассматриваемой диссертационной работы позволяет сделать вывод о том, что ее содержание соответствует теме исследования, заявленная автором цель достигнута и поставленные научные задачи решены в полном объеме. Работа оформлена в соответствии с установленными требованиями, материал изложен грамотно и логически последовательно, выводы, приведенные в конце каждой главы, аргументированы.

Содержание автореферата соответствует диссертационной работе и в полной мере отражает результаты выполненных в ней исследований; полновесно раскрывает основные идеи и выводы, сформулированные в диссертации, содержит перечень основных работ автора, опубликованных по теме диссертации.

Работа соответствует паспорту научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта, а именно п. 6 «Обеспечение экологической и дорожной безопасности автотранспортного комплекса; совершенствование методов автодорожной и экологической экспертизы, методов экологического мониторинга автотранспортных потоков» и п. 22 «Методы ресурсосбережения в автотранспортном комплексе».

Достаточность и полнота публикаций по теме диссертации

Основные результаты работы обсуждались автором на научных конференциях, связанных с темой работы, представлялись на международных выставках научных достижений.

По теме диссертации опубликовано 150 печатных работ, в том числе 20 публикации в журналах из перечня ВАК РФ. 12 работ – в Международных индексируемых базах Scopus и Web of Science Core Collection. Издано 2 монографии, получено 2 патента на полезную модель, 1 свидетельство о регистрации программ ЭВМ и баз данных. Публикации соответствуют требованиям п. 13 Положением о присуждении ученых степеней, соответствуют паспорту научной специальности, теме работы. Большая часть публикаций написана автором самостоятельно или в соавторстве с научным консультантом, что говорит о самостоятельности выполняемой работы.

В тексте диссертации указаны ссылки на работы, автором которых соискатель не является, но приводит их.

Следует особо отметить наличие у автора диссертации государственной награды за разработку научно-технических решений, направленных на развитие в Российской Федерации автомобилей с альтернативными энергетическими установками, обладающими улучшенными, по сравнению с традиционными, экономическими и экологическими характеристиками.

При общей положительной оценке диссертации по работе имеются следующие замечания:

1. На стр. 82 в первом абзаце автор пишет «Износ двигателя в процессе эксплуатации практически не влияет на размер выбросов NO_x ». Такое утверждение представляется сомнительным, поскольку все современные автомобили с бензиновыми двигателями 3-го экологического класса и выше оборудованы трехкомпонентными каталитическими нейтрализаторами, износ топливной аппаратуры способствует «отравлению» каталитического нейтрализатора и, следовательно, повышению выбросов NO_x и других загрязнителей.

2. Расчетная инструкция (методика) по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух от 2006 г (поз. 182 в списке литературы) устарела. Существует ее обновленная версия.

3. Необходимо пояснить, оценивал ли автор опосредованные выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов гибридных автомобилей в эквиваленте выбросов тепловых электростанций при производстве электроэнергии и учтены ли эти выбросы на этапе эксплуатации автомобилей с гибридными двигателями.

4. Несомненным достоинством работы является анализ экологических издержек от автомобилей на протяжении всего жизненного цикла. Полученные

автором научные результаты убедительно подтверждают улучшенные экологические показатели гибридных автомобилей по сравнению с традиционными, оборудованными ДВС, на этапе эксплуатации, однако результаты анализа экологической безопасности на этапах производства и утилизации могут быть признаны предварительными и в дальнейшем потребуют более детальной проработки и конкретизации с учетом того, что процесс добычи и выделения лития, никеля, кобальта и др. металлов, используемых в производстве батарей, может приводить к дополнительным экологическим издержкам в виде деградации и загрязнения земель и водоемов в местах их добычи, сам по себе процесс производства автомобильных батарей является довольно энергозатратным, по-прежнему не решена проблема их эффективной утилизации.

5. В работе не приведена сравнительная оценка акустического загрязнения окружающей среды гибридными и традиционными автомобилями.

6. В выводах не приведена оценка снижения социального ущерба от снижения выбросов загрязняющих веществ, хотя в самой работе она представлена в разделе 2.9 на стр. 162.

7. В целом работа написана грамотно, но имеются немногочисленные опечатки и стилистические погрешности в тексте, например:

- На стр. 35 в последнем абзаце:

«В течение 25 лет количество продаваемых автомобилей с автоматическими трансмиссиями». (Незаконченное предложение).

- На стр. 81 в последнем абзаце:

«Экологические стандарты 4–6 поколения практически не влияют на нормы выбросов СО». (Стандарты устанавливают нормы выбросов).

- Автор употребляет выражение «теоретическое экспериментирование». Необходимо пояснить, что под этим подразумевается.

Указанные замечания носят дискуссионный характер и не снижают весомости научных и практических результатов, полученных лично автором.

Заключение

Анализ представленных для экспертизы рукописи диссертации и автореферата позволяет сделать вывод, что диссертационная работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные положения и результаты, убедительные сведения об эффективности их практического использования, свидетельствующие в совокупности о личном вкладе автора диссертации в науку.

Диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, содержит научно-технические решения, методы, критерии оценки и рекомендации, внедрение которых вносит значительный вклад в повышение эффективности автомобильного транспорта страны за счет использования более эффективных гибридных автомобилей, и полностью отвечает критериям пунктов 9-11, 13-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением № 842 Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г., для докторских диссертаций, а её автор Раков Вячеслав Александрович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта.

Официальный оппонент, доктор технических наук по специальности 05.26.02 - Безопасность в чрезвычайных ситуациях (транспорт), профессор, профессор кафедры физико-химических основ процессов горения и тушения ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России»



 Ложкина Ольга Владимировна
«2» сентября 2025 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение 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».

Почтовый адрес: 196105, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д.149

Рабочий телефон: 8 (812) 369-69-73

Адрес электронной почты: olojkina@yandex.ru