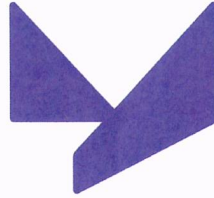


РӘСӘЙ ФЕДЕРАЦИЯҒЫ ФӘН ҺӘМ
ЮҒАРЫ БЕЛЕМ БИРЕҮ МИНИСТРЛЫҒЫ
ЮҒАРЫ БЕЛЕМ БИРЕҮ
ФЕДЕРАЛЬ ДӘҮЛӘТ БЮДЖЕТ МӘҒАРИФ
УЧРЕЖДЕНИЕҒЫ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ӨФӨ ФӘН ҺӘМ ТЕХНОЛОГИЯЛАР
УНИВЕРСИТЕТЫ»
(Өфө университеты)

Заки Вәлиди урамы, 32, Өфө калаһы, БР, 450076

«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ»

(Уфимский университет, УУНиТ)

Заки Вәлиди ул., 32, Уфа, РБ, 450076

тел.: 8 (347) 272-63-70 e-mail: rector@uust.ru https://uust.ru
ОКПО 79067778 ОГРН 1220200037474 ИНН/КПП 0274975591/027401001

от 14.03. 20 26 г. № 942/3389-13
на № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

ФГБОУ ВО «Уфимский университет
науки и технологий»,

доцент

И.Ф. Шарафуллин

11 марта 2026 г.



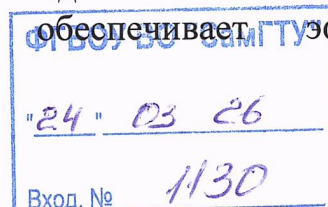
ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Горячкина Александра Александровича
«Электромеханическая система виброзащиты и стабилизации поперечной
устойчивости легкового автомобиля», представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические
комплексы и системы

Актуальность темы

В современной автомобильной индустрии повышение уровня безопасности и комфорта водителя и пассажиров выступает в качестве ключевых целевых показателей проектирования и эксплуатации транспортных средств. При этом в процессе движения возникают технические и эксплуатационные проблемы, существенно влияющие на указанные показатели: вибрации, снижающие комфорт пассажиров, ухудшающие условия транспортировки грузов и потенциально сокращающие ресурс конструктивных элементов автомобиля; отклонения угла крена за допустимые пределы при выполнении манёвров, что негативно сказывается на устойчивости и управляемости транспортного средства.

Одним из перспективных направлений решения данных проблем является внедрение систем управляемых подвесок. Подобные системы обеспечивают мониторинг внешних воздействующих факторов (неровностей дорожного покрытия, боковых ускорений и т.д.) посредством комплекса датчиков и позволяют в режиме реального времени корректировать параметры подвески с использованием современных алгоритмов управления. Это обеспечивает эффективное



011215

демпфирование вибраций и колебаний, а также поддержание угла крена в заданных пределах.

Ключевым элементом реализации таких систем выступают линейные электромеханические преобразователи, обладающие рядом существенных преимуществ перед альтернативными решениями. Применение линейных электромеханических преобразователей в системах виброзащиты и стабилизации поперечной устойчивости особенно актуально в контексте развития электромобилей и гибридных автомобилей. В таких транспортных средствах электромеханические системы органично интегрируются в электротехнический комплекс, способствуя повышению общей энергоэффективности и надёжности. Таким образом, внедрение линейных электромеханических преобразователей не только позволяет решить обозначенные технические проблемы, но и способствует формированию новых стандартов безопасности и комфорта в автомобильной индустрии.

Структура и содержание работы

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка использованных источников и приложений.

Во введении обосновывается актуальность темы, формулируется цель и основные задачи исследования, приводится краткая информация об объекте исследования, характеризуется новизна и практическая значимость полученных результатов, приводятся основные положения, выносимые на защиту.

В первом разделе проведён анализ развития систем виброзащиты и подвесок транспортных средств, рассмотрены современные активные подвески с магнитореологическими демпферами, линейными двигателями и электронными регуляторами. Особое внимание уделено проблемам стабилизации поперечной устойчивости автомобилей: рассмотрены традиционные механические стабилизаторы и перспективные активные системы с регулируемой жёсткостью, включая решения на базе гидроцилиндров. Представлены известные конструктивные решения, математические модели, методики расчета систем с пневматическими опорами, электромеханическими и гидравлическими приводами. Обозначены противоречия в требованиях к подвескам (комфорт и управляемость) и пути их устранения за счёт адаптивных и активных технологий, в том числе, в контексте развития электромобилей.

Во втором разделе разработана обобщенная и частные математические модели автомобиля как объекта управления углом крена и виброзащиты. Рассмотрена расчетная схема объекта управления и проведено исследование силовых воздействий на подвеску автомобиля при установившемся движении в повороте. Получены дифференциальные и операторные уравнения движения объекта управления с учетом центробежной силы, действующей на автомобиль при повороте и маневрировании, кинематических воздействий со стороны дорожного покрытия, упруго-диссипативных свойств подвески и дополнительного силового усилия, создаваемого исполнительным элементом. Разработаны структурные схемы и получены передаточные функции (ПФ) объекта по управляющему и возмущающему воздействиям.

В третьем разделе разработаны методики синтеза регуляторов системы стабилизации угла крена и системы виброзащиты, проведено компьютерное моделирование динамических характеристик систем. Рассмотрены виброзащитные свойства активной подвески с ЛМПТ в пассивном режиме работы.

В четвертом разделе приведено описание разработанной макетной установки, результаты исследования статических и динамических характеристик ЛМПТ, результаты исследования системы стабилизации угла крена и результаты моделирования работы активной подвески в режиме виброзащиты. Проведено сравнение расчетных и экспериментальных параметров и характеристик САУ подвеской.

В заключении отражены основные выводы и результаты диссертации, показана ее практическая значимость.

Новизна исследования и полученных результатов

В работе Горячкина А.А. на основе уравнений движения активной подвески автомобиля с линейной электрической машиной разработаны математические модели электромеханических систем виброзащиты и стабилизации поперечной устойчивости легкового автомобиля, учитывающие силовые воздействия линейной электрической машины как исполнительного элемента, упруго-диссипативные свойства элементов подвески и центробежную силу. Произведен синтез систем стабилизации поперечной устойчивости и виброзащиты, отличающийся учетом характеристик линейной электрической машины и возможностью использования активного и пассивного режимов демпфирования. Разработана методика параметрического синтеза регуляторов систем виброзащиты и стабилизации угла крена кузова легкового автомобиля, отличающаяся учетом динамических характеристик линейной электрической машины, силового преобразователя и датчиков обратных связей.

Достоверность и обоснованность результатов исследования

Достоверность и обоснованность работы обусловлена корректным использованием соответствующего математического аппарата, компьютерным моделированием на основе применения сертифицированных программных средств и подтверждена результатами экспериментальных исследований динамических характеристик систем на макетной установке, а также согласованностью полученных результатов с данными, приведенными в трудах других ученых.

Значимость полученных результатов для науки и практики

Разработанные автором обобщенные и частные математические модели и методики структурно-параметрического синтеза вносят вклад в теорию управления электромеханическими системами и теорию динамики транспортных средств, что создает методологическую базу для проектирования активных подвесок нового поколения, сочетающих высокую безопасность и комфорт.

Реализованный на базе активной подвески с ЛМПТ структурно-параметрический синтез систем стабилизации поперечной устойчивости и виброзащиты легкового автомобиля на примере Lada Largus позволил снизить в разработанных системах управления динамическое отклонение угла крена при

отработке возмущающего воздействия в 2,5 раза по сравнению с его отклонением без использования системы. Подтверждено снижение амплитуды колебаний кузова автомобиля, порождаемых возмущениями со стороны дорожного покрытия в 2,4 раза при использовании разработанной системы активной виброзащиты в сравнении с используемой в настоящее время. Пассивная система виброзащиты дает снижение амплитуды колебаний в 1,8 раза. Эффективность разработанных систем виброзащиты доказана экспериментальными исследованиями и результатами компьютерного моделирования.

Результаты данной работы, в части анализа деформирующих усилий в подвеске автомобиля при поворотах и маневрировании, методик структурно-параметрического синтеза системы стабилизации поперечной устойчивости и системы виброзащиты на базе линейной машины постоянного тока использованы в проектно-конструкторской деятельности АО «АвтоВАЗ» при разработке проектов активной подвески перспективных моделей автомобилей модельного ряда ЛАДА.

Результаты также используются в учебном процессе Самарского государственного технического университета на кафедре «Электромеханика и автомобильное электрооборудование» по профилям «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических процессов» и «Электрическое и электронное оборудование автомобилей и электромобилей» в курсовом и дипломном проектировании, а также при выполнении лабораторных работ.

Личный вклад автора

Горячкиным А.А. были разработаны: обобщенная и частные математические модели объекта управления, системы стабилизации угла крена и виброзащиты, методики синтеза регуляторов этих систем, макетная установка и методика проведения экспериментальных исследований.

Полнота опубликованных результатов

По материалам диссертации опубликованы 7 работ, из них: 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 1 цитируемая в базе Scopus.

По диссертации имеются следующие замечания:

1. В первом разделе недостаточно полно описаны адаптивные системы виброзащиты автомобилей, в том числе используемые за рубежом.
2. Во втором разделе не ясно, как влияет инерционный момент на динамические характеристики объекта управления.
3. В диссертации отсутствуют решения по устройству рассматриваемых систем виброзащиты и стабилизации поперечной устойчивости на базе микроконтроллера (бортового компьютера) автомобиля.
4. Несмотря на наличие актов о внедрении результатов работы в учебный процесс и на производстве, у автора отсутствуют патенты, связанные с диссертационным исследованием.
5. Мало внимания в работе уделено описанию технической реализации активной подвески в совокупности с разработанными системами.

Указанные замечания не являются принципиальными и не снижают ценность диссертационной работы.

Заключение по диссертационной работе

Ведущая организация считает, что диссертация Горячкина Александра Александровича является законченной научно-квалификационной работой. Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы. В диссертационной работе представлено решение актуальной задачи по виброзащите и стабилизации поперечной устойчивости легкового автомобиля. Диссертация соответствует всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в соответствии с п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. в редакции от 16.10.2024 г.), а ее автор, Горячкин Александр Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

Диссертационная работа Горячкина Александра Александровича заслушана и обсуждена на заседании кафедры «Электромеханика» Уфимского университета науки и технологий (протокол заседания № 19 от 19 февраля 2026 г.).

Профессор кафедры «Электромеханика»,
д.т.н., профессор

Исмагилов Флюр Рашитович

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский университет науки и технологий»

Адрес: 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32, телефон: +7 (347) 272-63-70, e-mail: rector@uust.ru, сайт: <https://uust.ru>.

С отзывом ознакомлен

24.03.2026