

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

УТВЕРЖДАЮ

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Нижегородский государственный
технический университет им. Р.Е. Алексеева»
(НГТУ)

Проректор по научной работе
д.ф.-м.н., профессор



Куркин А.А.

ПРОРЕКТОР ПО НАУЧНОЙ РАБОТЕ

Минина ул., 24, г. Нижний Новгород, 603155

Тел. / факс (831) 436-23-37

E-mail: aakurkin@nntu.ru www.nntu.ru

ОКПО 02068137 ОГРН 1025203034537

ИНН / КПП 5260001439 / 526001001

02.07.2026 № 03-03/51

На № _____ от _____

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ) на диссертационную работу Климова Александра Владимировича на тему «Методология повышения эффективности электробуса на основе синтеза законов управления электромеханической силовой передачей

», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности
2.5.11. «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы»

На отзыв представлены диссертация и автореферат. Диссертация состоит из введения, девяти глав, заключения, списка используемых сокращений, списка литературы и трех приложений. Работа изложена на 495 листах машинного текста. Автореферат диссертации изложен на 39 стр., включая список основных публикаций по теме исследования.

1. Актуальность темы

Среди подвижного состава транспортных компаний, обеспечивающих пассажирские перевозки крупных мегаполисов, достаточно большую долю составляют наземные аккумуляторные транспортные средства с электромеханической силовой передачей (далее ТС с ЭМСП) – электробусы. В последние годы наблюдается устойчивая тенденция к увеличению их количества, в виду высококонкурентных потребительских свойств: пассажировместимость, комфортабельность, безопасность, тяговая динамика, плавность хода. Вместе с этим следует отметить, что эксплуатация электробусов характеризуется рядом специфических условий, которые необходимо учитывать как при проектировании ТС с ЭМСП, так и при их последующей эксплуатации. Принимая во внимание то, что в течение дня меняется интенсивность пассажиропотока и плотность дорожного движения, а также то, что условия движения электробусов могут быть разными в зависимости от погодных условий, возникает необходимость исследования, разработки и создания интеллектуальных систем управления, способных адаптироваться под изменяющиеся внешние факторы. Таким образом, актуальным является вопрос повышения эффективности электробуса за счет наиболее рациональных для тех или иных условий законов управления ЭМСП.

Комплексная эффективность электробуса определяется энергоэффективностью – способностью перемещаться на большие расстояния на одной зарядке; и динамической нагруженностью, влияющей на плавность и комфортабельность движения, надёжность, безопасность. Энергоэффективность, в свою очередь, зависит от удельного расхода энергии, расходуемой на движение. Для электробусов важно добиться снижения потерь при разгонах, движении с постоянными скоростями и торможениях, т.е. использовать ЭМСП с агрегатами, у которых область максимального КПД соответствует наиболее вероятным режимам движения ТС. Динамическая нагруженность не должна приводить к выходу из строя элементов ЭМСП, поэтому необходимо минимизировать или полностью исключить вероятность возникновения повышенного скольжения колес (в случаях движения по дороге с низким коэффициентом сцепления), приводящего как к повышению потерь, так и к возбуждению высокоинтенсивных колебаний в ЭМСП.

С учетом изложенного, для создания эффективных электробусов существует необходимость в разработке научно обоснованного принципа повышения энергоэффективности и снижения динамической нагруженности, а также метода управления ЭМСП, обеспечивающего достижение указанных свойств. Именно этой научной проблеме посвящена диссертационная работа Климова А.В., в которой главное внимание уделяется методологии повышения эффективности электробуса на основе синтеза законов управления электромеханической силовой передачей.

2. Научная новизна диссертационного исследования

Новизна выполненных автором исследований заключается в научно обоснованном методологическом подходе к повышению эффективности аккумуляторных ТС путем синтеза законов управления узлами и системами ЭМСП. Автором работы предложены:

- Адаптивный метод оценки момента сил сопротивления, приведённых к колесу в системе «ЭМСП колёсного ТС – колесо – дорога», отличающийся от известных тем, что задача оценки сводится к определению оптимального управления, доставляющего нулевые значения фазовым координатам, и минимизации квадратичного функционала интегрального типа.
- Закономерности возникновения нелинейных высокоинтенсивных колебаний вплоть до установления автоколебаний в системе «ЭМСП колёсного ТС – колесо – дорога» в ведущем режиме качения для поступательного и вращательного движения колеса при полном скольжении; в тормозном режиме качения вне зависимости от режима торможения для вращательного движения колеса при частичном скольжении; поступательного перемещения колеса при полном скольжении; для вращательного движения вала ТЭД и поступательного движения кузова вне зависимости от режима качения и скольжения.
- Принцип снижения динамической нагруженности ЭМСП, заключающийся в обеспечении устойчивости движения в системе «ЭМСП колёсного ТС – колесо – дорога» при выведении или недопущении поступления в неё энергии, провоцирующей повышенное скольжение колёс в ведущем и тормозном режимах качения для предотвращения и подавления возбуждения нелинейных, высокоинтенсивных колебаний, а также научно обоснованный метод, обеспечивающий реализацию предложенного принципа.
- Принцип повышения энергоэффективности колёсного ТС с ЭМСП, заключающийся в уменьшении удельного расхода энергии на движение при снижении потерь энергии за счёт увеличения КПД и рекуперации энергии, а также научно обоснованный метод, обеспечивающий реализацию предложенного принципа.

- Метод синтеза S-образных кривых зависимости крутящего тягового и рекуперативного моментов от положения педали хода по заданным краевым и граничным условиям, позволяющий синтезировать зависимости для реализации метода управления РП ЭМСП, повышающего энергоэффективность колёсного ТС.

3. Достоверность и обоснованность результатов и выводов

Достоверность и обоснованность результатов исследований обеспечиваются строгим логическим построением этапов исследования, применяемыми методами логического анализа, аппаратов теории моделирования и математической статистики. Степень достоверности математического моделирования движения ТС, результатов исследования разработанных принципов и методов управления движением, подтверждается сопоставлением расчётных данных с результатами натурных измерений, полученных в ходе дорожных испытаний ТС с ЭМСП. Таким образом, достоверность и обоснованность результатов исследований сомнений не вызывают.

4. Теоретическая и практическая значимость результатов работы

Теоретическая значимость диссертационной работы состоит в развитии теории рабочих процессов (далее РП) ЭМСП ТС и синтезе принципов и методов управления ТС с ЭМСП, которые учитывают конструктивные особенности элементов системы, современные методы управления в электроприводе, динамические особенности РП, в том числе возбуждение высокоинтенсивных нелинейных колебаний, переходящих в автоколебания, определении ключевых технических характеристик на основе анализа условий эксплуатации колёсного ТС при синтезе наиболее вероятных эквивалентных циклов движения, комплексном учёте всех особенностей узлов и агрегатов ЭМСП.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработанной и валидированной математической модели пространственного движения колёсного ТС, которая позволяет на стадии проектирования определять режимы нагружения и формировать закономерности управления РП ЭМСП для обеспечения комплексной эффективности колёсного ТС, а также проводить виртуальные испытания и настройку алгоритмов. Практический интерес представляет также принцип и методика, определяющие ключевые технические характеристики узлов и агрегатов ЭМСП, обеспечивающих повышение эффективности колёсных аккумуляторных ТС, позволяющих определить внешнюю механическую характеристику, тип, конфигурацию ТЭД, его главные размеры, параметры механической трансмиссии с учётом статистических данных по условиям эксплуатации. Значение также имеет инженерная методика, позволяющая на стадии проектирования исследовать закономерности возбуждения высокоинтенсивных нелинейных колебаний для ЭМСП колёсных ТС. Разработан метод синтеза зависимости крутящего момента от положения педали хода, который может быть использован для синтеза зависимостей для других ТС с ЭМСП. Разработаны адаптивные наблюдатели ключевых параметров РП ЭМСП, необходимые для разработки программного обеспечения систем управления колёсных ТС с ЭМСП. Новые принципы повышения энергоэффективности и снижения динамической нагруженности ТС с ЭМСП, могут быть использованы в разработке программного обеспечения систем управления электробусов. Результаты обобщения и анализа условий эксплуатации электробусов и характеристики эквивалентного цикла (маршрута), учитывающего параметры пассажиропотока, могут быть использованы при проектировании ЭМСП, энергоустановок ТС, а также оптимизации характеристик.

Материалы диссертационного исследования могут быть использованы научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими организациями при разработке перспективных и модернизации существующих ТС с ЭМСП.

5. Оценка содержания диссертации

Во введении автором обоснована актуальность исследуемой проблемы, сформированы положения, выносимые на защиту, представлены цель и задачи исследования, общая характеристика и структура работы, сформулирована научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследования, представлены сведения об апробации работы.

Первая глава диссертации посвящена вопросу повышения потребительских и эксплуатационных свойств электрифицированных транспортных средств. Рассмотрена динамика развития характеристик источников энергии. Представлены сценарии и проблемы развития электрифицированных транспортных средств. Описаны направления повышения эффективности тяговых электрических двигателей и преобразователей. Даны сведения о системах индивидуального управления тяговым и тормозным усилием на колесе. Показаны способы повышения энергоэффективности управления электромеханической силовой передачей. Представлена информация о системах активной безопасности, актуальных для электробусов. Выполнен анализ исследований в области нелинейных колебаний и автоколебания в транспортных системах. Обозначены возможные способы повышения энергоэффективности и снижение динамической нагруженности электромеханической силовой передачи.

Во второй главе подробно описана математическая модель системы «колёсное транспортное средство с электромеханической силовой передачей – окружающая среда». Перечислены требования к математической модели и основные допущения. Представлено общее уравнение движения. Расписаны математические модели взаимодействия колеса с недеформируемым опорным основанием; системы поддрессоривания; тягового электродвигателя; тягового инвертора; перезаряжаемой системы хранения электрической энергии. Автором приведены выражения, определяющие силы и моменты в уравнениях движения, а также принципы формирования модели опорного основания. В результате описана модель исследуемого транспортного средства, выполнена проверка точности и адекватности математической модели движения.

В третьей главе представлены рекомендации по повышению энергоэффективности применяемых агрегатов и систем. Описаны условия эксплуатации исследуемого транспортного средства, выполнен синтез внешних тяговых характеристик электродвигателей. Определены тип электродвигателя, номинальная мощность и положение зоны максимальной эффективности, максимальная частота вращения и передаточное число трансмиссии. Представлены варианты конфигураций электромеханических силовых передач. Описана методика синтеза ключевых технических характеристик узлов и агрегатов ТС с ЭМСП.

В четвертой главе дано описание синтеза оптимальных адаптивных методов наблюдения, обеспечивающих работу систем управления. Рассмотрен синтез адаптивного метода оценки момента сил сопротивления на валу электродвигателя (постановка задачи, разработка метода, результаты математического моделирования). Вместе с этим в главе предложен синтез метода оценки электромагнитного момента на валу электродвигателя; синтез метода оценки буксования ведущих колёс в тяговом режиме; синтез метода оценки скольжения колёс в тормозном режиме и синтез метода оценки загрузки.

В пятой главе выполнено исследование особенностей протекания колебательных процессов в электромеханической силовой передаче. Рассмотрен частотный анализ упругих резонансных явлений, описаны критерии возникновения автоколебательного режима, представлена математическая модель фрикционного взаимодействия эластичного колеса с твёрдым опорным основанием в ведущем режиме качения и в тормозном режиме. Исследованы режимы возникновения высокоинтенсивных колебаний в электромеханической силовой передаче методами имитационного моделирования (на сухом асфальте, на льду со снегом, при торможении в повороте).

Определены частоты высокоинтенсивных колебаний. Исследованы режимы возникновения высокоинтенсивных колебаний методами экспериментальных исследований.

В шестой главе рассмотрен метод управления с функцией подавления высокоинтенсивных колебательных процессов при повышенном проскальзывании колёс. Исследованы тяговый режим, а также режим рекуперативного торможения. Представлена программная реализация синтезированного метода управления с функцией подавления высокоинтенсивных колебаний.

В седьмой главе описан принцип повышения энергоэффективности движения. Представлен метод формирования уставок крутящего и тормозного моментов посредством одной педали, определены границы между тяговым, рекуперативным (тормозным) и инерционным (выбег) режимами движения, сформированы уставки крутящих и тормозных моментов, обеспечивающих плавную выборку зазоров в зубчатых зацеплениях при переключках. Описан метод формирования управляющего сигнала со стороны педали. Представлена программная реализация синтезированного метода однопедального управления. Выполнена проверка работоспособности и эффективности методов однопедального управления, формирования управляющего сигнала от педали хода.

В восьмой главе дано описание выполненных экспериментальных исследований работоспособности и эффективности метода управления, подавляющего колебания. Приводится описание использованного оборудования и программного обеспечения, программы экспериментальных исследований. Представлены полученные результаты при интенсивном торможении, интенсивном разгоне, при старте с места на подъёме.

В девятой главе выполнено исследование эффективности и работоспособности метода управления формирования уставок крутящего и тормозного моментов посредством одной педали. Приводится описание использованного оборудования и программного обеспечения, программы экспериментальных исследований. Представлены полученные результаты в детерминированных условиях, а также в условиях, эквивалентных эксплуатационным.

В заключении представлены основные выводы по работе.

Список использованных сокращений содержит все сокращения, использованные в работе.

Представлен **список литературы** (461 источник). В **приложениях** представлены сведения о патентах на полезную модель, изобретениях и свидетельствах о регистрации программ для ЭВМ, созданных с непосредственным участием автора диссертации. Приложены сканы актов опытно-промышленного внедрения результатов работы в ООО «Инновационный центр КАМАЗ», Научно-техническом центре ПАО «КАМАЗ», ООО «Научно-производственная фирма Ирбис», АО «АмперМагнит», ООО НПФ «АРС ТЕРМ», ООО «Силовая электроника», АО «ПО Муроммашзавод», АО «КАМА», Иркутском национальном исследовательском техническом университете, Московском политехническом университете, Московском физико-техническом институте, Московском автомобильно-дорожном государственном техническом университете (МАДИ), Воронежском государственном лесотехническом университете им. Г.Ф. Морозова.

В целом, содержание диссертации изложено в логически последовательной форме. Работа оформлена в строгом соответствии с требованиями ВАК, предъявляемых к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук.

6. Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации

Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации и совместно с опубликованными работами в полной мере отражает ее содержание.

7. Замечания по диссертации

1. В Главе 2 диссертации в разделе 2.1 при описании принятых допущений для математической модели написано, что «система симметрична относительно продольной оси, проходящей через ЦТ корпуса машины» (стр. 65). Принимая во внимание, что рассматривается электробус, который может иметь несимметричное распределение пассажиров по салону и, следовательно, разное распределение вертикальной нагрузки по каждому колесу, принятое допущение не кажется очевидным.
2. Не очень понятно, для чего в Главе 2 диссертации на стр. 69 показана схема четырехосного транспортного средства, в котором каждая ось является управляемой. Это совершенно нехарактерно для электробусов, являющихся объектами исследования представленной диссертационной работы.
3. В Главе 2 диссертации в разделе 2.5 (стр. 83) написано, что «Сила воздействия воздушных потоков внешней среды на КМ представляет собой равнодействующую всех сил, приложенных в центре парусности, считая, что он совпадает с ЦТ...». В случае электробуса, имеющего большую площадь поперечного и продольного сечений, центр парусности скорее всего не совпадает с его ЦТ. Утверждение, приведенное в диссертации, требует какого-то обоснования или ссылки на ранее опубликованные работы, в которых рассматривался данный вопрос.
4. Из описания разделов 2.3 и 2.6 Главы 2 диссертации не понятно, каким образом определяется размер пятна контакта шины с опорной поверхностью, и как впоследствии высчитывается параметр n_k (количество точек недеформированного профиля, находящихся в контакте, стр. 81).
5. На рисунке 2.35 Главы 2 (стр. 110) показан «Общий вид регулятора с обратной связью». Из текста диссертации не понятно, для каких целей и в каких блоках разработанной модели используется обратная связь?
6. На рис. 2.51 (стр. 119 диссертации) приведена фотография испытательного стенда. К сожалению, в тексте диссертации нет достаточного описания о том, что представляет собой данный стенд, какие режимы нагружения имитировались на данном стенде, адекватность каких блоков математической модели проверялась по результатам испытаний на данном стенде?
7. В табл. 3.1 Главы 3 (стр. 123) представлены удельные потери энергии, затрачиваемые на движение электробуса (на разных маршрутах), полученные по результатам математического моделирования. В разделе 3.1 подробно описана обработка статистических данных, полученных в ходе реальной эксплуатации электробусов на 742 маршрутах. Однако в Главе 3 не приводится описание методики, использованной автором, позволившей перейти от большого массива экспериментальных данных к расчетным режимам движения, имитируемых при математическом моделировании. Это, в свою очередь, представляет большой практический интерес и является одним из важных результатов выполненного исследования.
8. В разделе 3.7 диссертации представлена методика синтеза ключевых технических характеристик узлов и агрегатов (стр. 147). Основные принципы методики достаточно подробно изложены в Главе 3, но было бы интересно посмотреть, какими наиболее рациональными параметрами должны обладать агрегаты ЭМСП типового городского электробуса и насколько эти параметры отличаются от тех, которыми обладают электробусы, выпускаемые в настоящее время отечественными автозаводами?

9. Не понятно, почему в разделе 4.3 Главы 4 диссертации автор работы не принимает во внимание угол бокового увода эластичных шин? Очевидно, что это будет оказывать определенное влияние на характер криволинейного движения, которое рассматривается в соответствующем разделе. При этом в описании математической модели (раздел 2,3, стр. 79) упоминание об угле увода присутствует.
10. В разделе 6.1 Главы 6 не хватает более четкого описания отличий типового алгоритма СРКМ от предлагаемого автором алгоритма СРКМ с функциями подавления колебаний (стр. 248). Есть ли иные уточнения, кроме расчета и учета дополнительных демпфирующих моментов?
11. В разделе 6.4 Главы 6 диссертации представлены результаты моделирования экстренного торможения «на участке прямолинейного движения с попыткой совершить манёвр уклонения от столкновения с препятствием» (стр. 260). Из описания не ясно, какое именно воздействие на рулевое управление имитируются при моделировании? С какой интенсивностью и по какому закону изменяется угол поворота управляемых колес?
12. На рис. 6.14 (стр. 266) Главы 6 показаны траектории ТС при торможении с поворотом. Видно, что показано 2D изображение в горизонтальной плоскости. Не понятно, учитывалась ли при моделировании поперечная динамика автомобиля, в частности перераспределение вертикальных реакций между колесами? Принималось ли это во внимание при расчете требуемых тормозных моментов на колесах?
13. В Главе 7 на основе результатов КМ на примере имитации движения ТС по регламентированному городскому циклу показано, что метод однопедального управления позволяет реализовать все необходимые замедления с помощью рекуперативного торможения без задействования рабочей тормозной системы (стр. 311 – 312). Принимая во внимание наличие у автора большого объема статистических данных о реальной эксплуатации электробуса, было бы интересно смоделировать на базе этих сведений свой цикл и оценить эффективность метода однопедального управления в этих условиях.
14. По итогу всех проведенных исследований было бы правильным попытаться изобразить предлагаемую автором методологию повышения эффективности электробуса на основе синтеза законов управления электромеханической силовой передачей в виде структурированной блок-схемы (по аналогии с рис. 3.28, стр. 148), которая бы позволяла наглядным образом показать последовательность этапов и основные «вехи» (результаты), достигаемые инженером-исследователем в процессе работы над повышением эффективности электробуса.

Следует отметить, что указанные недостатки не затрагивают научных основ диссертационной работы. Исследования выполнены на высоком научно-техническом уровне, по научной новизне и практической значимости отвечают требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени доктора технических наук.

8. Соответствие научной специальности

Содержание диссертации соответствует следующему пункту паспорта научной специальности 2.5.11 – «Наземные транспортно-технологические средства и комплексы»:

- п.2. Методы расчета и проектирования, направленные на создание новых и совершенствование существующих транспортно-технологических средств и их комплексов с учетом полного жизненного цикла изделий, обладающих высоким качеством, в том числе повышенными показателями экономичности, надежности,

- производительности, экологичности и эргономичности, обеспечивающих энергоэффективность и безопасность эксплуатации.
- п.3. Экспериментальные исследования и испытания транспортно-технологических средств и их комплексов, а также отдельных систем, агрегатов, узлов, деталей и технологического оборудования.
 - п.6. Оптимизация конструкций и синтез законов управления движением наземных транспортно-технологических средств и их комплексов, а также их отдельных функциональных узлов, механизмов и систем, направленные на улучшение экономичности, надежности, производительности, экологичности и эргономичности, технологической производительности, обеспечение энергоэффективности и безопасности.

9. Рекомендации по использованию результатов и выводов по работе

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы при разработке перспективных аккумуляторных транспортных средств с электромеханической силовой передачей, их агрегатов и систем; при разработке математических моделей шасси (трансмиссии, ходовой части и механизмов управления) ТС с ЭМСП и создании на их основе цифровых двойников электробусов. Вне всякого сомнения, результаты исследования могут быть использованы в учебном процессе технических вузов при подготовке инженерных кадров, владеющих компетенциями повышения эффективности электробусов.

10. Подтверждение публикации основных результатов работы в научных печатных изданиях

По теме диссертации опубликовано 39 печатных работ, из них 21 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов диссертаций на соискание учёных степеней доктора и кандидата технических наук, 7 статей в издании перечня международной базы Web of Science и Scopus, 7 патентов на изобретения и полезные модели и 3 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

В данных работах в полной мере изложены основные результаты диссертации, при этом в них автору принадлежат основные научные идеи, теоретические и прикладные разработки, заключения и выводы.

11. Заключение

Диссертационная работа Климова Александра Владимировича на тему «Методология повышения эффективности электробуса на основе синтеза законов управления электромеханической силовой передачей» является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых позволяет решить научную проблему, связанную с повышением комплексной эффективности аккумуляторных транспортных средств с электромеханической силовой передачей, что имеет важное научно-практическое значение для отечественного автомобилестроения, в первую очередь для автозаводов страны, выпускающих электробусы.

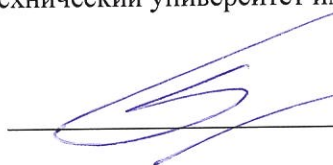
По своей актуальности, новизне, научно-практической значимости диссертация Климова Александра Владимировича на тему «Методология повышения эффективности электробуса на основе синтеза законов управления электромеханической силовой передачей» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук согласно п. 9-11,13,14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в ред. Постановлений Правительства РФ № 335 от

21.04.2016 г., № 748 от 02.08.2016 г., от 29.05.2017 г. № 650, от 28.08.2017 г. № 1024, от 01.10.2018 г. № 1168), а сам автор Климов Александр Владимирович достоин присуждения искомой ученой степени доктора по научной специальности 2.5.11. Наземные транспортно-технологические средства и комплексы (технические науки).

Настоящий отзыв рассмотрен и единогласно одобрен на заседании кафедры «Автомобили и тракторы» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (протокол №4 от 25.06.2026 г.).

Отзыв ведущей организации утвержден на заседании Научно-технического совета НГТУ (протокол №10 от 30.06.2026 г.).

Начальник управления научно-исследовательских и инновационных работ
Профессор кафедр «Автомобили и тракторы» и «Строительные и дорожные машины»
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
доктор технических наук, профессор

 Беляков Владимир Викторович

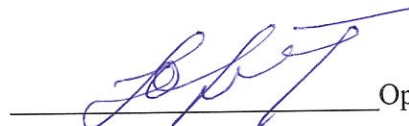
Почтовый адрес:

603155, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, НГТУ

телефон: +7 (831) 436-21-10; e-mail: belyakov@nntu.ru

докторская диссертация по специальности 05.05.03 «Колесные и гусеничные машины»

Профессор кафедры «Автомобили и тракторы» Института транспортных систем ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», доктор технических наук, профессор

 Орлов Лев Николаевич

Почтовый адрес:

603155, г. Нижний Новгород, ул. Минина, д. 24, НГТУ

телефон: (831) 436-63-64, e-mail: lev.n.orlov@mail.ru

докторская диссертация по специальности 05.05.03 «Колесные и гусеничные машины»

Директор Института транспортных систем,
заведующий кафедрой «Автомобили и тракторы»
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
кандидат технических наук, доцент

 Тумасов Антон Владимирович

Почтовый адрес:

603155, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, НГТУ

телефон: 8 (831) 436-73-63; факс: 8 (831) 436-23-56; e-mail: anton.tumasov@nntu.ru

кандидатская диссертация по специальности 05.05.03 «Колесные и гусеничные машины».

