

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

ПРОРЕКТОР ПО НАУЧНОЙ РАБОТЕ

Минина ул., 24, г. Нижний Новгород, 603155  
Тел. / факс (831) 436-23-37  
E-mail: [aakurkin@nntu.ru](mailto:aakurkin@nntu.ru) [www.nntu.ru](http://www.nntu.ru)

ОКПО 02068137 ОГРН 1025203034537  
ИНН / КПП 5260001439 / 526001001

19.01.2024г. № 03-04/18

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ

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



Куркин А.А.

## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ) на диссертационную работу Чернышкова Антона Сергеевича на тему «Контроль технического состояния агрегатов электрического силового привода автомобилей на стендах с беговыми барабанами» на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.9.5. «Эксплуатация автомобильного транспорта» (технические науки)**

На отзыв представлены диссертация и автореферат. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка и приложений. Работа изложена на 205 листах машинного текста. Автореферат диссертации изложен на 20 стр., включая список основных публикаций по теме исследования.

### ***1. Актуальность избранной темы исследования***

Интенсивное развитие автомобильного транспорта с электрическим силовым приводом является велением времени. Он призван уберечь окружающую среду от вредного воздействия углеродного следа автомобилей, работающих на углеводородном топливе и является их альтернативой. При этом развитие нового автомобильного транспорта требует новых методов ремонта, технического обслуживания и диагностики его электрического силового привода. Разработанные в прошлом веке и используемые для контроля технического состояния традиционных автомобилей методы и средства ограничены в своих функциональных возможностях и малопригодны для контроля технического состояния автомобилей с электрическим силовым приводом.

Очевидно, что высокоинформативные при контроле технического состояния традиционных автомобилей диагностические стенды с беговыми барабанами, становятся почти бесполезными при контроле технического состояния автомобилей с электрическим силовым приводом. Это связано с тем, что современные стенды по оценке тяговых качеств не позволяют обеспечивать

диагностируемому автомобилю с электрическим силовым приводом таких важных измерений, как: измерение сил тяги на каждом колесе; измерение сил на колесах в режиме рекуперации энергии; измерение знакопеременных сил на колесах, а также тестовые воздействия, характерные для функционирования электрического силового привода. Все вышеперечисленное значительно сдерживает развитие контроля технического состояния автомобилей с электрическим силовым приводом в процессе его ремонта и технического обслуживания, что в конечном итоге сдерживает развитие сервиса таких автомобилей, снижает их конкурентоспособность на рынке.

Отсутствие эффективного диагностического оборудования, это далеко не единственная проблема, сдерживающая развитие сервиса автомобилей с электрическим силовым приводом. Она значительно усугубляется отсутствием научно обоснованных тестовых режимов контроля их технического состояния, отсутствием закономерностей, связывающих эксплуатационные и диагностические параметры таких автомобилей с параметрами технического состояния их электрического силового привода.

На решение этих актуальных проблем, на выявление научно обоснованных тестовых режимов контроля, а также на выявление закономерностей, связывающих эксплуатационные и диагностические параметры таких автомобилей и направлена диссертация А.С. Чернышкова. Решение поставленных в его работе задач позволит значительно повысить информативность и оперативность контроля технического состояния агрегатов силового электрического привода автомобилей на стендах с беговыми барабанами, создаст надежную основу для развития сервиса таких автомобилей и повысит их конкурентоспособность на рынке. Поэтому диссертацию А.С. Чернышкова с полной ответственностью можно считать актуальной и своевременной.

## ***2. Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций***

Научную новизну, полученных в работе А.С. Чернышкова результатов, выводов и рекомендаций представляют:

- 1) Разработанная математическая модель впервые позволяет выполнять имитационное моделирование динамических процессов функционирования автомобилей с электрическими силовыми приводами на стенде с беговыми барабанами, а также проводить аналитические исследования изменения диагностических параметров от параметров технического состояния агрегатов электрического силового привода автомобилей в процессе контроля технического состояния их агрегатов;
- 2) Выявленные автором зависимости диагностических параметров от параметров технического состояния автомобилей с электрическими силовыми приводами позволяют разрабатывать методы и оборудование для контроля их технического состояния на стендах с беговыми барабанами;
- 3) Научно обоснованные тестовые режимы функционирования автомобилей с электрическими силовыми приводами на стендах с беговыми барабанами позволяют значительно расширить теоретические предпосылки разработки методов диагностирования и контроля технического состояния автомобилей с электрическим приводом;
- 4) Впервые выявленные нормативные показатели технического состояния, полученные при помощи нового подхода к установлению диагностических параметров, основанного на методе секущих, переводящем решение двумерной задачи с неоднозначными реализациями к одномерной задаче с однозначной зависимостью диагностического параметра от параметра технического состояния, позволяют значительно повышать информативность и качество контроля.

### **3. Теоретическая и практическая ценность результатов работы, рекомендации по их использованию**

Высокую значимость для науки имеют полученные автором и представленные в его диссертации научные положения:

- 1) Значительное повышение информативности и оперативности контроля технического состояния агрегатов электрического силового привода автомобилей возможно на основе определения их тягово-динамических свойств на стендах с беговыми барабанами при имитации функционирования на режимах, характерных для условий эксплуатации;
- 2) Разработанная математическая модель позволяет выполнять имитационное моделирование процессов функционирования автомобилей с электрическими силовыми приводами на стенде с беговыми барабанами в режиме реального времени, проводить аналитические исследования зависимостей диагностических параметров агрегатов электрического силового привода от параметров их технического состояния и разрабатывать методы контроля их технического состояния;
- 3) Научно обоснованные тестовые режимы с выявленными зависимостями диагностических параметров от параметров технического состояния агрегатов электрических силовых приводов автомобилей позволяют выполнять контроль их технического состояния на стендах с беговыми барабанами;
- 4) Разработанная на основе выявленных зависимостей диагностических параметров от параметров технического состояния агрегатов электрических силовых приводов автомобилей методика позволяет выполнять контроль их технического состояния на стендах с беговыми барабанами с использованием разработанного алгоритма и диагностической матрицы. Методику реализует разработанное стендовое оборудование, конструкция которого защищена патентом на полезную модель № 199093 от 13.08.2020 г.

Наибольшую значимость для практики имеют полученные автором и представленные в его диссертации результаты, которые позволяют:

- Фирмам и предприятиям, занимающимся контролем технического состояния автомобилей, значительно повышать качество контроля технического состояния агрегатов электрического силового привода автомобилей и тем самым значительно снижать трудоемкость, повышать оперативность сервисных работ, снижать время простоя автомобилей в ремонте и техническом обслуживании;
- Предприятиям-изготовителям диагностического оборудования совершенствовать конструкции производимых ими стендов с беговыми барабанами с целью обеспечения возможности контроля технического состояния агрегатов электрического силового привода автомобилей;
- Образовательным учреждениям использовать разработанную математическую модель и методику контроля технического состояния агрегатов электрического силового привода автомобилей в учебном процессе подготовки специалистов для сферы эксплуатации автомобильного транспорта.

### **4. Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации**

Результаты выполненного исследования могут быть использованы:

- 1) Фирмами и предприятиями, занимающимися контролем ТС автомобилей, для повышения качества контроля агрегатов ЭСП автомобилей за счет снижения трудоемкости и повышения оперативности работ.

- 2) Предприятиям-изготовителям диагностического оборудования с точки зрения совершенствования конструкции производимых ими СББ.
- 3) Высшими образовательными учреждениями в части использования разработанной математической модели и методики контроля ТС агрегатов ЭСП автомобилей в учебном процессе при подготовке кадров для сферы эксплуатации автомобильного транспорта.

### ***5. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений***

В диссертации А.С. Чернышкова приведены обоснованные результаты исследуемого процесса и выводы. Всего в разделе «Заключение» диссертации А.С. Чернышкова приведено шесть основных выводов. Анализ этих выводов показывает, что они не содержат противоречий исследованиям, проведенным другими авторами.

Первый вывод посвящен результатам анализа, в котором автор установил агрегаты электрического силового привода автомобилей, имеющими ограничения надежности по причинам возникающих неисправностей. Автором выявлены наиболее характерные для агрегатов электрического силового привода автомобилей неисправности, встречающиеся в условиях их эксплуатации. Более того, автором установлены диапазоны изменения числовых значений этих параметров в реальных условиях эксплуатации.

Вывод убедительно обоснован числовыми параметрами, приведенными в тексте диссертации, и имеет практическую значимость.

Второй вывод автор посвятил разработанной им математической модели для имитационного моделирования процессов функционирования автомобиля с электрическим силовым приводом на стендах с беговыми барабанами. Математическая модель позволяет выполнять имитационное моделирование исследуемых процессов в режиме реального времени. Это дает возможность устанавливать зависимости параметров процесса функционирования агрегатов электрического силового привода автомобилей от параметров их технического состояния. Эти зависимости использованы в разработанной автором методике, позволяющей выполнять контроль технического состояния агрегатов электрического силового привода в процессе функционирования на стендах с беговыми барабанами.

Вывод достоверен. В тексте диссертации приведен мощный математический аппарат, подтверждающий его достоверность и научную новизну. Вывод имеет и практическую ценность, поскольку в прикладном плане разработанная модель весьма полезна специалистам, занимающимся исследованиями процессов функционирования и контроля технического состояния агрегатов электрического силового привода.

Третий вывод посвящен тестовым режимам контроля технического состояния агрегатов электрического силового привода автомобилей на стендах с беговыми барабанами, научно-обоснованным автором в процессе исследований. Тестовые режимы позволяют выполнять контроль тягово-динамических свойств автомобилей с электрическими силовыми приводами значительно снижая трудоемкость этих процедур в условиях эксплуатации.

Вывод имеет научную новизну, но в гораздо большей степени он имеет практическую ценность, которая подтверждена результатами экспериментальных исследований автора.

Четвертый вывод посвящен выявленным автором зависимостям диагностических параметров и показателей, характеризующих тягово-динамические свойства автомобилей с электрическими силовыми приводами, от параметров технического состояния их агрегатов и систем. Эти зависимости дают возможность выполнять контроль технического состояния агрегатов электрического силового привода автомобилей на стендах с беговыми барабанами. Вывод

большой. Он насыщен полезной информацией, необходимой для разработки эффективных методов контроля.

Вывод имеет научную новизну и практическую ценность, что убедительно подтверждают результаты исследования, приведенные в диссертации.

Пятый вывод посвящен описанию разработанной автором методики контроля технического состояния агрегатов электрического силового привода автомобилей на стендах с беговыми барабанами. Фундаментом данной методики являются выявленные автором новые математические зависимости. Для практической реализации методики автором разработан алгоритм и диагностическая матрица, а также изготовлен стенд с беговыми барабанами, оригинальная конструкция и интеллектуальная собственность которого защищена патентом на полезную модель № 199093 U1.

Вывод имеет научную новизну и практическую ценность. Он обоснован и подтвержден приведенными в диссертации результатами исследования.

Шестой вывод посвящен результатам производственной проверки разработанной методики и оборудования. В нем приведена информация о том, что результаты проведенного автором научного исследования прошли производственную проверку на предприятиях автомобильного транспорта, а также приняты к внедрению на предприятиях, выполняющих разработку и производство диагностических стендов.

Достоверность и практическая ценность вывода подтверждают акты внедрения результатов исследования в ООО «СТО Bravo» г. Иркутск, АО «ГАРО-ТРЕЙД» г. Великий Новгород, а также в ООО «ФРИТРЕЙН» г. Екатеринбург.

Общий анализ диссертационной работы позволил выделить следующие ее аспекты:

- аргументированное описание предлагаемых алгоритмов идентификации параметров функционирования автомобиля и стенда с беговыми барабанами;
- обоснованное и корректное использование математического инструментария – моделей, оптимальных фильтров, обоснованных ограничений и алгоритмов оптимизации;
- представлено экспериментальное подтверждение результатов исследования, которое выполнено с использованием поверенного измерительного оборудования. Точность расчетных оценок подтверждается численными характеристиками погрешностей (среднеквадратическими ошибками и коэффициентом детерминации), определенными на основании контрольных измерений;
- идентифицированные фрикционные характеристики шин согласуются с результатами известных экспериментальных исследований, в которых аналогичные характеристики были получены посредством прямых измерений.

Отмеченные аспекты позволяют считать, что результаты и выводы, представленные в диссертационной работе, являются корректными и научно-обоснованными.

## ***6. Оценка содержания диссертации, ее завершенности***

Диссертация А.С. Чернышкова представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, обладающую внутренним единством, в которой автор на основании результатов, полученных им в процессе проведенного научного исследования, представил новые научно обоснованные технические, технологические и организационные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития диагностики и сервиса электрического транспорта страны. Она изложена на 205 страницах машинописного текста, состоит из введения, 5 глав, заключения, содержащего основные результаты и выводы, списка использованных источников, включающего

207 наименований, в том числе 18 на иностранном языке, содержит 4 таблицы, 60 рисунков и 3 приложения с материалами результатов исследований.

### ***7. Замечания по диссертации и автореферату***

- 1) В диссертации при анализе публикаций по стендам для диагностирования автомобилей (стр. 27-30) автором незаслуженно упущены работы основоположников этого направления - профессора В.И. Сороко-Новицкого, И.Н. Чернышева, И.Н. Аринина.
- 2) На стр. 152 диссертации автор привел рис. 4.11 как один из примеров установления функциональной связи между сопротивлением  $R_s$  обмоток статора электродвигателя и силой тока  $I$  на инверторе, где секущая, как минимум, дважды пересекает функции зависимостей силы тяги  $R_x$  от тока  $I$  на инверторе. Это нарушает требование к однозначности диагностического параметра.
- 3) Во второй главе диссертации, на стр. 54 не ясен смысл выражения «...и вращательного движения его масс СББ...». Речь идет о вращающихся массах автомобиля или стенда?
- 4) В диссертации при обосновании тестовых режимов автором установлены такие режимы как «тяговый» и «тяговый с нагрузкой» (стр. 94, 95, 98, 103, 146 и др.). Не понятно, чем отличаются друг от друга эти два тестовых режима или это одно и то же.
- 5) Из текста диссертации не ясно каким образом в процессе определения технического состояния агрегатов электрического силового привода на стенде учитывается информация, получаемая от диагностических сканеров и другого диагностического оборудования.

### ***8. Соответствие автореферата основным положениям диссертации***

Автореферат диссертационной работы в достаточной мере отражает ее содержание и соответствует требованиям Положения о присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет».

### ***9. Подтверждения опубликованных основных результатов диссертации в научной печати***

Основные результаты диссертации в полной мере опубликованы в изданиях из перечня ВАК Минобрнауки Российской Федерации. Всего по материалам диссертационной работы опубликовано 17 печатных трудов общим объемом 6,98 усл. п.л., из них 3 публикации в изданиях из Перечня ВАК Российской Федерации, 3 публикации в зарубежных изданиях, цитируемых в наукометрической базе Scopus, 4 патента на полезную модель РФ, 1 свидетельство о государственной регистрации программ.

### ***10. Заключение***

Рассмотренная диссертация Чернышкова Антона Сергеевича представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук является самостоятельной и завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании результатов, полученных в процессе проведенного автором научного исследования, изложены новые научно обоснованные технические, технологические и организационные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития диагностики и сервиса подвижного состава автомобильного транспорта страны.

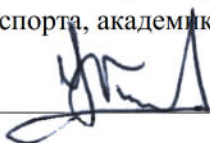
Выполненное исследование соответствует п. 15 паспорта научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта (технические науки) а также критериям, предъявляемым

к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, изложенным в п. 2 Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет», утвержденного приказом ректора ИРНТУ от 08 июня 2023 г. № 415-О (с изменениями, утвержденными приказом ректора ИРНТУ от 26 сентября 2023 г. № 484-О).

Автор диссертации на тему «Контроль технического состояния агрегатов электрического силового привода автомобилей на стендах с беговыми барабанами», Антон Сергеевич Чернышков, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.9.5. Эксплуатация автомобильного транспорта (технические науки).


Диссертация и настоящий отзыв рассмотрены и единогласно одобрены на заседании кафедры «Автомобильный транспорт» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (протокол №2 от 15.01.2024 г.). Отзыв ведущей организации утвержден на заседании Научно-технического совета НГТУ (протокол №5 от 19.01.2024 г.).

Заведующий кафедрой «Автомобильный транспорт»  
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,  
доктор технических наук, профессор, доктор транспорта, академик Российской академии транспорта (РАТ)

  
Кузьмин Николай Александрович

Почтовый адрес:  
603155, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, НГТУ  
телефон: +7 (831) 436-43-83; e-mail: kuznntu@mail.ru  
докторская диссертация по специальности 05.04.02 «Тепловые двигатели».

Профессор кафедры «Строительные и дорожные машины»  
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,  
доктор технических наук, профессор

  
Молев Юрий Игоревич

Почтовый адрес:  
603155, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24, НГТУ  
телефон: +7 (831) 436-21-10; e-mail: moleff@yandex.ru  
докторская диссертация по специальности 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта».

Подписи Кузьмина Н.А. и Молева Ю.И. заверяю.  
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