

## УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе  
федерального  
государственного бюджетного  
образовательного учреждения  
высшего образования  
«Уральский государственный  
университет путей  
сообщения», д.т.н. доцент

  
С. В. Бушуев  
«21» ноября 2025 г.



В диссертационный  
совет 44.2.003.01,  
созданный на базе  
ФГБОУ ВО «Омский  
государственный университет  
путей сообщения»

К. Маркса пр., д. 35, г. Омск,  
Омская обл., 644046

## ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» на диссертационную работу Михайлова Михаила Сергеевича «Повышение надежности токосъема в условиях скоростного движения за счет совершенствования кареток токоприемников электроподвижного состава», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

### 1. Актуальность темы диссертации

Одним из ключевых направлений «Транспортной стратегии РФ до 2030 года с прогнозом до 2035 года» (распоряжение Правительства РФ от 27 ноября 2021 г. № 3363-р) является создание единой сети высокоскоростного и скоростного железнодорожного сообщения, что должно повысить мобильность граждан и увеличить объем перевозок. Кроме того, разработка современных технологий для транспортной отрасли включена в перечень приоритетных направлений научно-технического развития, утвержденный Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г № 899.

В то же время в России пока не налажено производство скоростных поездов, рассчитанных на движение со скоростью 160 – 200 км/ч. Поэтому возникает необходимость создания технических решений, которые позволят применять существующие токоприемники при указанных скоростях движения.

С увеличением скорости движения возрастают динамические и аэродинамические нагрузки на токоприемник, что ухудшает качество передачи электрической энергии на электроподвижной состав и вызывает нарушения

процесса токосъема. В условиях повышения тягового тока это дополнительно приводит к оплавлению токосъемных вставок и повреждению контактных проводов.

Поэтому тема диссертационной работы Михайлова М. С., посвященной совершенствованию кареток токоприемников для скоростного электроподвижного состава, является актуальной.

## **2. Новые научные результаты, полученные в диссертации**

Разработана усовершенствованная математическая модель взаимодействия токоприемника с контактной подвеской, отличающаяся тем, что в ней учитываются характеристики управляемых внутрипружинных пневмоэлементов кареток токоприемников с учетом переходных процессов при регулировании, а приведенная масса контактной подвески представлена в виде инертора.

Предложен алгоритм регулирования нажатия токоприемника, учитывающий применение управляемых внутрипружинных пневмоэлементов в каретках.

Разработаны усовершенствованные методы экспериментальных исследований токоприемников, оснащенных каретками с внутрипружинными пневмоэлементами, учитывающие различные условия эксплуатации.

## **3. Научная и практическая ценность диссертации**

Научная и практическая значимость диссертационного исследования заключается в разработке технических решений, направленных на повышение надежности токосъема при движении на высоких скоростях за счет применения управляемых внутрипружинных пневмоэлементов в каретках токоприемников электроподвижного состава и разработки алгоритма управления токоприемниками с внутрипружинными пневмоэлементами в каретках.

Практическую значимость представляют следующие результаты исследования:

– Разработанная усовершенствованная математическая модель взаимодействия токоприемника с контактной подвеской, позволяет определять параметры и характеристики токоприемника и внутрипружинных пневмоэлементов для обеспечения надежного токосъема в условиях скоростного движения на стадии проектирования.

– Разработанные усовершенствованные методы экспериментальных исследований токоприемников, оснащенных каретками с внутрипружинными пневмоэлементами, позволяют выполнять оценку работоспособности токоприемников с учетом различных условий эксплуатации.

– Предложенные новые технические решения конструкций кареток, оснащенных внутрипружинными пневмоэлементами с автоматическим

управлением нажатием токоприемника, позволяют повышать его эксплуатационную надежность в условиях скоростного и высокоскоростного движения.

#### **4. Степень достоверности результатов исследования**

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, в достаточной степени обоснованы, поскольку при решении поставленных задач теоретические и экспериментальные исследования проведены на основе положений теории токосъема, математической статистики, теории планирования эксперимента, теории систем автоматического управления, математического моделирования, аэродинамики. При экспериментальных и теоретических исследованиях задействованы аналитические и численные методы аппроксимации и сглаживания, методы теоретической механики, численные методы решения дифференциальных уравнений, методы корреляционного и регрессионного анализа.

Достоверность основных научных положений и результатов обеспечивается корректностью математических формулировок и подтверждается сходимостью результатов теоретического и физического моделирования, расхождение между которыми не превышает 10 %.

#### **5. Значимость полученных автором диссертации результатов для развития соответствующей отрасли науки**

Научная значимость полученных автором диссертации результатов основывается на теоретических подходах, позволяющих за счет разработанных технических решений обеспечить повышение надежности токосъема в условиях скоростного движения путем применения управляемых внутрипружинных пневмоэлементов в каретках токоприемников и алгоритма управления нажатием таких токоприемников.

Представленная математическая модель взаимодействия токоприемника с контактной подвеской вносит вклад в расширение представлений о взаимодействии токоприемников, оснащенных управляемыми пневмоэлементами в каретках, и контактной подвески в условиях скоростного движения и позволит оптимизировать параметры и характеристики токоприемников и их кареток для обеспечения надежного токосъема в условиях скоростного движения.

В рамках диссертации представлены методы экспериментальных исследований токоприемников, оснащенных каретками с внутрипружинными пневмоэлементами, которые позволяют оценить работоспособность предложенных технических решений в различных условиях эксплуатации, что позволит упростить процесс оптимизации параметров и характеристик токоприемников электроподвижного состава.

## **6. Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы**

Предприятиям, выполняющим проектирование и производство электроподвижного состава и токоприемников, – математическую модель взаимодействия токоприемника с контактной подвеской; усовершенствованные методы экспериментальных исследований токоприемников с учетом различных условий эксплуатации; новые научно обоснованные технические решения для синтеза конструкций кареток, оснащенных управляемыми внутрипружинными пневмоэлементами; алгоритм регулирования нажатия токоприемника, учитывающий применение управляемых внутрипружинных пневмоэлементов в каретках.

Научным организациям, направление деятельности которых связано с совершенствованием системы токосъема, – математическую модель взаимодействия токоприемника с контактной подвеской; новые научно обоснованные технические решения для синтеза конструкций кареток, оснащенных управляемыми внутрипружинными пневмоэлементами; алгоритм регулирования нажатия токоприемника, учитывающий применение управляемых внутрипружинных пневмоэлементов в каретках.

Высшим учебным заведениям, осуществляющим подготовку инженеров по специальностям 23.05.05 – «Системы обеспечения движения поездов» и 23.05.03 – «Подвижной состав железных дорог», – математическую модель взаимодействия токоприемника с контактной подвеской и новые научно обоснованные технические решения конструкций кареток, оснащенных управляемыми внутрипружинными пневмоэлементами.

## **7. Публикации, апробация и внедрение результатов диссертационной работы**

По результатам проведенных исследований опубликована 21 научная работа, в том числе три статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, пять патентов РФ на изобретения и полезные модели, две статьи на английском языке в сборниках конференций, индексируемых в базе данных Scopus, четыре статьи в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базах данных RSCI и входящих в ядро РИНЦ, и семь статей в прочих изданиях.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на международной научно-практической конференции «Инновационный путь развития как ответ на вызовы нового времени» (Уфа, 2021), международной научно-практической конференции «Научное обозрение: актуальные вопросы теории и практики» (Пенза, 2023) международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы проектирования и эксплуатации устройств электроснабжения электрического транспорта» (Омск,

2023), на ежегодных всероссийских научно-практических конференциях «Инновационные проекты и технологии в образовании, промышленности и на транспорте» (Омск, 2023 – 2025), на расширенном заседании кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» ОмГУПС (Омск, 2025), на постоянно действующем научно-техническом семинаре Омского государственного университета путей сообщения по экспертизе и обсуждению диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук по научным специальностям технических отраслей науки (Омск, 2025), что свидетельствует о достаточной апробации результатов диссертации.

Усовершенствованная математическая модель взаимодействия токоприемника с контактной подвеской принята к использованию в ИЦЖТ (Сколково, г. Москва), алгоритм управления нажатием токоприемника с внутрипружинными пневмоэлементами в каретках принят к использованию в ВНИИЖТ (г. Москва), методика экспериментального определения характеристик кареток токоприемника принят к использованию в ООО «ИЦ «Привод-Н» (г. Новочеркасск). Фактическое использование результатов диссертационной работы подтверждено актами внедрения.

Опубликованные по результатам исследований материалы достаточно полно отражают основное содержание диссертации, имеются ссылки на авторов и источники заимствования материалов.

## **8. Основные замечания по содержанию диссертационной работы**

1. На стр. 14 представлены основные российские производители токоприемников, однако подвижной состав приведен в виде общего списка. Для информативности следовало бы разделить информацию и привести для каждого производителя собственный перечень подвижного состава, на котором используются его токоприемники.

2. В разделе 1.3 рассмотрены различные варианты конструкций кареток отечественных токоприемников. Однако не указано, в каких именно токоприемниках применяются описанные типы кареток, что затрудняет понимание их реального использования.

3. Чем обусловлен выбор варианта общего внутрипружинного пневмоэлемента для двухполозного токоприемника. Почему для каждого полза не сделать отдельный пневмоэлемент?

4. В работе анализируется модель токоприемника с приведенными массами, однако сегодня существуют более продвинутые многотельные модели, которые обеспечивают существенно более широкие возможности и более высокую точность описания работы токоприемника.

5. На расчетных схемах с используемой трехмассовой моделью токоприемника необходимо между массами  $m_1$  и  $m_2$  показать отбойники, которые учитывают пробой каретки и указать жесткость отбойников.

6. На странице 50 диссертации сказано, что коэффициент  $b$  инертора принимается равным приведенной массе контактной подвески. Тогда возникает вопрос, чем обусловлена разница кривых размаха контактного нажатия на рисунке 2.12 для моделей с приведенной массой и моделью с инертором.

7. Как именно определяется требуемое давление во внутрипружинном пневмоэлементе в алгоритме автоматического регулирования статической характеристики кареток, приведенном на стр. 79?

8. Неясно, почему при испытаниях в условиях холода (раздел 4.3.1) в качестве нижней границы выбрана именно температура  $-40$  °С. В реальных условиях эксплуатации возможны и более низкие температуры, что ставит под вопрос достаточность выбранного температурного диапазона.

Указанные выше замечания не снижают научной ценности диссертационной работы и не влияют на ее положительную оценку.

По результатам обсуждения диссертации «Повышение надежности токосъема в условиях скоростного движения за счет совершенствования кареток токоприемников электроподвижного состава» принято следующее заключение.

## 9. Заключение

Представленная диссертационная работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и свидетельствует о личном вкладе автора в науку. В ней приводятся сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов. Полученные результаты достоверны и на должном уровне прошли апробацию. В диссертации имеются ссылки на авторов, источники заимствования материалов и отдельных результатов. Отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты. Соискателем отмечается использование результатов научных работ, выполненных лично и в соавторстве, имеются ссылки на соавторов. Основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Содержание автореферата отражает содержание диссертационной работы. Структура и оформление диссертации и автореферата выполнены согласно требованиям ГОСТ Р 7.0.11–2011. Диссертация соответствует научной специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация, отрасль наук – технические.

На основании вышеизложенного считаем, что диссертация Михайлова Михаила Сергеевича «Повышение надежности токосъема в условиях скоростного движения за счет совершенствования кареток токоприемников электроподвижного состава» является научно-квалификационной работой, в

которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, направленные на повышение надежности токосъема в условиях скоростного и высокоскоростного движения, имеющие существенное значение для развития страны.

По степени научной новизны, объему выполненных исследований и их практической ценности работа соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата наук, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а ее автор, Михайлов Михаил Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Заключение принято на заседании кафедры «Электроснабжение транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения», протокол № 4 от «21» ноября 2025 г.

Заведующий кафедрой «Электроснабжение транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения»,  
кандидат технических наук, доцент

Алексей Анатольевич Ковалев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения», 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, 66.

Телефон: (343) 221-24-44. E-mail: [rector@usurt.ru](mailto:rector@usurt.ru).

*Людмила Новикова А.А. заверено*

Специалист по кадрам М.А. Кондрашкина

