

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 44.2.003.01,
созданного на базе федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Омский государственный университет путей сообщения»,
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 16 декабря 2025 г. № 346/5**

О присуждении Михайлову Михаилу Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение надежности токосъема в условиях скоростного движения за счет совершенствования кареток токоприемников электроподвижного состава» по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация принята к защите 14 октября 2025 г., протокол № 344/3, диссертационным советом 44.2.003.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» Федерального агентства железнодорожного транспорта, 644046, г. Омск, пр. Маркса, 35, в соответствии с приказами Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки от 11 апреля 2008 г. № 737-484, Министерства образования и науки Российской Федерации от 11 апреля 2012 г. № 105/нк, Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 03 июня 2021 г. № 561/нк, от 15 декабря 2021 г. № 1366/нк и от 14 февраля 2023 г. № 255/нк.

Соискатель Михайлов Михаил Сергеевич, 1998 года рождения, в 2021 г. окончил Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС (ОмИИТ)) по специальности 23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов» (специализации «Электроснабжение железных дорог»).

В 2025 году соискатель Михайлов Михаил Сергеевич окончил полный курс обучения в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» (приказ ректора от 27 июня 2025 г. № 2659/с). Решением Государственной экзаменационной комиссии (протокол № 1 от 23 июня 2025 г.) ему присвоена квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь» с выдачей диплома об окончании

аспирантуры (№ 105505 0001601, дата выдачи: 23 июня 2025 г.). Работает в Омском государственном университете путей сообщения (ОмГУПС (ОМИИТ)) в должности лаборанта и по внутреннему совместительству в должности преподавателя кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта».

Диссертация выполнена на кафедре «Электроснабжение железнодорожного транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» Федерального агентства железнодорожного транспорта при освоении программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 23.06.01 «Техника и технологии наземного транспорта» (направленность – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация).

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Сидоров Олег Алексеевич работает профессором кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения» (ОмГУПС (ОМИИТ)).

Официальные оппоненты:

1. Шевлюгин Максим Валерьевич – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электроэнергетика транспорта» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» (РУТ (МИИТ)), г. Москва;

2. Добрынин Евгений Викторович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электроснабжение железнодорожного транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Приволжский государственный университет путей сообщения» (ПривГУПС), г. Самара, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения» (УрГУПС), г. Екатеринбург, в своем положительном отзыве, подписанном Алексеем Анатольевичем Ковалевым, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Электроснабжение транспорта» и утвержденном проректором по научной работе, доктором технических наук, доцентом С. В. Бушуевым, указала, что

диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании комплекса проведенных теоретических и экспериментальных исследований 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.

Соискатель имеет 58 опубликованных работ. По теме диссертации 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.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. По представленному библиографическому списку и перечню собственных публикаций автора можно сделать заключение о том, что основные положения диссертации достаточно полно изложены в опубликованных соискателем работах и апробированы на научных конференциях.

Общий объем публикаций по теме диссертации 11,67 п. л., в т. ч. авторских – 3,94 п. л.; в т. ч. опубликованных в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России – 3,11 п. л., в т. ч. авторских – 1,24 п. л.; в материалах международных и национальных научных конференций – 1,31 п. л., в т. ч. авторских – 0,81 п. л.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Сидоров, О. А. Совершенствование методики испытаний токоприёмников электроподвижного состава с учётом ударных воздействий / О. А. Сидоров, М. С. Михайлов, Б. М. Москалюк. – Текст : непосредственный // Известия Транссиба. – 2021. – № 1 (45). – С. 48–56.

2. Сидоров, О. А. Исследование токоприемников электроподвижного состава, оснащенных внутрипружинными пневмоэлементами в каретках / О. А. Сидоров, М. С. Михайлов. – Текст : непосредственный // Известия Транссиба. – 2024. – № 1(57). – С. 10–22.

3. Михайлов, М. С. Совершенствование математической модели взаимодействия токоприемников с контактной подвеской / М. С. Михайлов, О. А. Сидоров, И. Л. Саля. – Текст : непосредственный // Известия Транссиба. – 2025. – № 1(65). – С. 12–23.

4. Experimental studies of pantograph head suspension equipped with controlled pneumatic elements / O. Sidorov, A. Smerdin, M. Mikhailov, G. Ermachkov. – Text : unmediated // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 413 – P. 08011. – DOI 10.1051/e3sconf/202343108011

5. The use of PI-algorithm for high-speed electric rolling stock automatic control system / O. Sidorov, A. Smerdin, M. Mikhailov [et al.] – Text : unmediated // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 515. – P. 01024. – DOI 10.1051/e3sconf/202451501024.

6. Патент на изобретение № 2780681 С1 Российская Федерация, МПК В60L 5/26, В60L 5/32, G01L 5/04, G01M 17/08. Измерительный токоприемник электроподвижного состава: № 2022114488: заявлено 27.05.2022 : опубликовано 29.09.2022 / О. А. Сидоров, М. С. Михайлов, И. Е. Чертков. – Текст : непосредственный.

7. Патент на изобретение № 2832094 С1 Российская Федерация, МПК В60L 5/08, В60L 3/12. Российская Федерация. Каретка токоприемника электроподвижного состава. № 2024109141: заявлено 04.04.2024 : опубликовано 19.12.2024 / О. А. Сидоров, М. С. Михайлов. – Текст : непосредственный.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы, размещенные на официальном сайте ОмГУПС, все они положительные.

Отзывы на диссертацию (приводятся в редакции авторов отзывов):

1. Отзыв федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения», г. Омск, оформленный в виде заключения организации, в которой выполнена диссертационная работа, подписанный председательствующим на заседании постоянно действующего научно-технического семинара 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, заведующим кафедрой «Теоретическая электротехника», доктором технических наук, профессором А. А. Кузнецовым и ученым секретарем постоянно действующего научно-технического семинара, кандидатом технических наук, доцентом П. К. Шкодуном, утвержденный ректором, доктором технических наук, доцентом С. М. Овчаренко. Замечаний нет.

2. Отзыв ведущей организации – федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения», г. Екатеринбург, подписанный Алексеем Анатольевичем Ковалевым, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Электроснабжение транспорта» и утвержденный проректором по научной работе, доктором технических наук, доцентом С. В. Бушуевым. Замечания: 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 внутривозвратного пневмоэлемента для двухполосного токоприемника. Почему для каждого ползца 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 внутривозвратном 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 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. В реальных условиях эксплуатации возможны и более низкие температуры, что ставит под вопрос достаточность выбранного температурного диапазона.

3. Отзыв официального оппонента Максима Валерьевича Шевлюгина, доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Электроэнергетика транспорта» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» (РУТ (МИИТ)), г. Москва. Замечания: 1) В разделе 1.3. диссертации приведены конструкции кареток токоприемников электроподвижного состава России. Автор не указал, в каких токоприемниках непосредственно используются описанные в данном разделе типы кареток. 2) На стр. 32 диссертации приведены основные технические характеристики внутрипружинных пневмоэлементов, куда следовало включить габаритные размеры. 3) В качестве алгоритма для регулирования токоприемника, оснащенного внутрипружинными пневмоэлементами выбран ПИ-алгоритм. В настоящее время разработаны более совершенные алгоритмы регулирования, обладающие большей точностью и скоростью регулирования. 4) Автором не приведен интервал отслеживания ($t_{\text{набл}}$) для описанного на стр. 77 - 78 диссертации алгоритма системы авторегулирования нажатием. 5) Автор не указал, чем обуславливается выбор минимального уровня контактного нажатия ($P_{\text{кт мин}}$) 60 Н в алгоритме регулирования, упомянутом на стр. 77 диссертации. 6) На стр. 101 диссертации приведен полином для полученная зависимость среднего квадратичного отклонения контактного нажатия, при этом частота колебаний, давление в внутрипружинном пневмоэлементе и статическое нажатие рассматриваются как взаимно влияющие. Чем обусловлен данный выбор? 7) Автор не поясняет причину изменения (табл. 4.8 диссертации) аэродинамических подъемной силы и лобового сопротивления при установке внутрипружинных пневмоэлементов в каретке.

4. Отзыв официального оппонента Евгения Викторовича Добрынина, кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Электроснабжение железнодорожного транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Приволжский государственный университет путей сообщения» (ПривГУПС), г. Самара. Замечания: 1) Исходя из каких соображений из

математической модели токоприемника исключены аэродинамические силы (стр.43)? 2) Исходя из текста диссертации (стр.54) кривые размаха контактного нажатия (рис. 2.12) получены для пролетов одинаковой длины (60 м?). Как поменяются результаты моделирования при изменениях длины пролетов, включая их различное сочетание по ходу движения? 3) Сколько составляет время отклика исследуемой системы? На рис. 2.18 и 2.19 переходный процесс длится 2с, а на рис. 2.20 - 0,2с. 4) На рис. 2.15 и 2.16 диссертации приведены статические характеристики при давлениях 0, 50, 100 и 150 кПа. Чем обусловлен данный выбор? Ранее в диссертации (стр. 32) утверждалось, что диапазон рабочих давлений 25 - 100 кПа. 5) Автором не указано, каким образом выбирается уровень давления в внутрипружинном пневмоэлементе в алгоритме работы системы авторегулирования статической характеристики кареток (стр. 79 диссертации). 6) Автор не объяснил причину снижения износа внутрипружинного пневмоэлемента при добавлении защитной оболочки для проволоки пружины (стр. 94 диссертации).

Отзывы на автореферат (приводятся в редакции авторов отзывов):

1. Отзыв ректора ФГБОУ ВО «Приволжский государственный университет путей сообщения», г. Самара, доктора экономических наук, кандидата технических наук, доцента Максима Алексеевича Гаранина. Замечания: 1) При описании актуальности автор, очевидно, поскромничал, и не указал численные значения, подтверждающие актуальность работы. Между тем, до 90 % повреждений в системе тягового электроснабжения связано с работой контактной сети, а годовой экономический ущерб от повреждений составляет более 2 млрд руб. по сети. 2) На схеме алгоритма регулирования (рис. 8) не указаны пояснения к блоку проверки условий, что затрудняет понимание алгоритма. 3) На стр. 15 автореферата указан термин «сила разжатия пружины». Возможно, имелось в виду «усилие разжатия пружины». 4) Насколько корректно отображать граничные условия работы токоприемника на рис. 10 линией, учитывая то, что у этого процесса есть пограничные состояния? Возможно, исходя из погрешности измерения, внешних факторов, более правильным будет указать области, имеющие вероятностный характер?

2. Отзыв профессора кафедры «Электрическая тяга» ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», г Санкт-Петербург, доктора технических наук, доцента Александра Николаевича Марикина. Замечание: 1) Из автореферата не ясно чем обусловлен выбор данного типа математической модели контактной подвески.

3. Отзыв главного научного сотрудника отдела «Контактная сеть и токосъем» АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ)», г. Москва, доктора технических наук Иосифа Сергеевича Гершмана. Замечания: 1) В автореферате не приводится методика исследования износа внутрипружинных пневмоэлементов. 2) Из автореферата неясно, как получены статические характеристики нажатия кареток.

4. Отзыв зав. кафедрой «Электроэнергетика транспорта» ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Иркутск, кандидата технических наук, доцента Владимира Александровича Тихомирова, зав. кафедрой «Математика» ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Иркутск; кандидата технических наук, доцента Натальи Леонидовны Рябченок и профессора кафедры «Электроэнергетика транспорта» ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», г. Иркутск, доктора технических наук, профессора Леонида Алексеевича Астраханцева. Замечание: 1) САР токоприемника (Рис. 7) автореферата содержит упругие элементы и обратные связи. Выполнена ли проверка системы на устойчивость?

5. Отзыв профессора образовательно-научного кластера «Институт высоких технологий» ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», г. Калининград, доктора технических наук, доцента Сергея Николаевича Чижмы. Замечание: 1) Каким образом влияет на работу системы автоматического регулирования токоприемника, оснащенного внутрипружинными пневмоэлементами, изменение аэродинамических сил, действующих на токоприемник? Достаточно ли быстродействия предлагаемой системы?

6. Отзыв и.о. зав. кафедрой «Системы электроснабжения» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», г. Хабаровск, кандидата технических наук, доцента Сергея Анатольевича Власенко. Замечания: 1) В качестве алгоритма для регулирования токоприемника, оснащенного внутрипружинными пневмоэлементами выбран ПИ-алгоритм. Чем аргументирован этот выбор? 2) В автореферате описана возможность применения датчика сжатия в конструкции кареток, оснащенных внутрипружинными пневмоэлементами, однако алгоритм работы таких кареток не приводится.

7. Отзыв профессора кафедры «Электроэнергетика транспорта» ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»,

г. Иркутск, доктора технических наук, профессора Андрея Васильевича Крюкова. Замечания: 1) Чем аргументируется выбор температуры $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ при проведении испытаний в условиях низких температур? При реальной эксплуатации могут встречаться и более жесткие погодные условия. 2) В автореферате на рисунке 10 приведены кривые контактного нажатия, более наглядным было бы графическое представление кривых огибающих максимальных и минимальных значений контактного нажатия.

8. Отзыв профессора Политехнической школы ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет», г. Югра, доктора технических наук Дмитрия Сергеевича Осипова. Замечания: 1) В автореферате не приводятся описание исследуемой трехмерной модели каретки и параметры моделирования в ANSYS Fluent. 2) В автореферате не указано, каким образом определено влияние пониженных температур на характеристики статического нажатия кареток с внутрипружинными пневмоэлементами.

9. Отзыв зав. кафедрой «Электромеханика и электрические аппараты» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск, доктора технических наук, профессора Александра Валентиновича Павленко. Замечания: 1) Из автореферата неясно, каким способом математическая модель реализована в среде MATLAB Simulink. 2) Из автореферата неясно, каким образом в математической модели реализовано ограничение рабочего хода кареток.

10. Отзыв заместителя начальника Западно-Сибирской железной дороги по кадрам и социальным вопросам (г. Новосибирск), кандидата технических наук Евгения Михайловича Дербилова. Замечания: 1) В диссертационной работе рассматривается применение управляемых внутрипружинных пневмоэлементов в конструкции наиболее распространенных кареток токоприемников, эксплуатирующихся на электроподвижном составе России. Возможно ли применение указанных управляемых пневмоэлементов в каретках токоприемников, разрабатываемых для линии ВСМ Москва - Санкт-Петербург? 2) Не поясняется, где должна быть расположена система управления внутрипружинными пневмоэлементами: внутри электроподвижного состава или непосредственно на токоприемнике.

11. Отзыв профессора кафедры «Автоматизированные системы электроснабжения» ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения», г. Ростов, доктора технических наук, профессора

Бориса Евгеньевича Дынькина. Замечания: 1) В диссертации рассматривается модель токоприемника с приведенными массами. Однако, в настоящее время разработаны более совершенные многотельные модели токоприемников, обладающие большим функционалом и точностью. 2) В тексте автореферата недостаточно подробно описана методика получения передаточных функций подъемного пневмоэлемента токоприемника и внутрипружинных пневмоэлементов кареток.

12. Отзыв профессора кафедры «Электроснабжение транспорта» ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения», г. Екатеринбург, доктора технических наук, профессора Александра Геннадьевича Галкина. Замечания: 1) На с. 4 и с.8 приведена модель для скоростей до 200 км/ч, на с. 6 она использована в КС-400 (до 400 км/ч). Корректно ли это без учёта происходящих в подвеске процессов? 2) Непонятно, как на основе сравнения одной математической модели с другой можно делать вывод об адекватности модели. Обычно модель сопоставляют с экспериментом.

13. Отзыв начальника отдела интеграции тягового и высоковольтного оборудования АО «Инжиниринговый центр железнодорожного транспорта» (Сколково, г. Москва), кандидата технических наук Алексея Евгеньевича Чекмарева. Замечания: 1) В работе не рассматривается возможность предиктивного управления пневмоэлементами на основе данных предыдущих поездок. 2) При рассмотрении влияния низких температур на работу токоприемников с каретками, оснащенными внутрипружинными пневмоэлементами, охлаждались непосредственно сами каретки. Какое влияние на работу токоприемника окажет его охлаждение целиком?

14. Отзыв начальника технического отдела Трансэнерго филиала ОАО «РЖД» (г. Москва), кандидата технических наук Максима Александровича Карабанова. Замечания: 1) В автореферате описана возможность применения датчика сжатия в конструкции кареток, оснащенных внутрипружинными пневмоэлементами, однако алгоритм работы таких кареток не приводится. 2) Каким образом может быть реализовано отслеживание сжатия внутрипружинных пневмоэлементов кареток для работы системы авторегулирования?

Соискатель Михайлов М. С. дал аргументированные ответы на приведенные в отзывах вопросы и замечания.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается:

1) компетентностью оппонентов в области повышения эксплуатационных

характеристик и параметров электрифицированных железных дорог, давших свое письменное согласие быть официальными оппонентами, наличием у них публикаций в данной сфере исследования в рецензируемых научных изданиях;

2) известными достижениями ведущей организации в области повышения качества токосяема электроподвижного состава железных дорог ученых в условиях скоростного и высокоскоростного движения, повышения эксплуатационных характеристик и параметров токоприемников электроподвижного состава, наличием профильной кафедры и компетентных специалистов, работающих в данной области исследования и способных определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны усовершенствованные физическая и математическая модели взаимодействия токоприемника с контактной подвеской, учитывающие характеристики управляемых внутрипружинных пневмоэлементов кареток токоприемников и переходные процессы при регулировании, а приведенная масса контактной подвески представлена в виде инертора;

предложен алгоритм синхронного управления статическим нажатием токоприемника и статической характеристикой кареток, оснащенных управляемыми внутрипружинными пневмоэлементами;

разработаны методы экспериментальных исследований токоприемников, оснащенных внутрипружинными пневмоэлементами с учетом различных условий эксплуатации, позволяющие оценить границы применимости полученных результатов;

предложены оригинальные технические решения конструкций кареток, оснащенных внутрипружинными пневмоэлементами с автоматическим управлением нажатием токоприемника;

доказана перспективность применения предложенных новых схемных решений по использованию внутрипружинных пневмоэлементов в рычажных и рычажно-плунжерных каретках отечественных токоприемников для обеспечения надежного токосяема в условиях скоростного движения.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, расширяющие представления о теоретических аспектах процесса токосяема в условиях скоростного движения при применении управляемых внутрипружинных пневмоэлементов в каретках токоприемников электроподвижного состава;

применительно к проблематике диссертации результативно использованы положения теории токосъема, математической статистики, теории планирования эксперимента, теории автоматического управления, математического моделирования, аэродинамики;

изложены новые идеи, направленные на повышение надежности токосъема в условиях скоростного движения за счет применения в токоприемниках электроподвижного состава внутрипружинных пневмоэлементов, регулирующих характеристику статического нажатия кареток;

изучены особенности применения управляемых внутрипружинных пневмоэлементов в каретках токоприемников электроподвижного состава в различных условиях эксплуатации и их влияние на параметры токоприемника.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены: в АО «Инжиниринговый центр железнодорожного транспорта» (Сколково, г. Москва) – усовершенствованная математическая модель взаимодействия токоприемника с контактной подвеской; в АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (г. Москва) – алгоритм управления нажатием токоприемника с внутрипружинными пневмоэлементами в каретках; в ООО «ИЦ «Привод-Н» (г. Новочеркасск) – методика экспериментального определения характеристик кареток токоприемника;

определены перспективы практического использования токоприемников электроподвижного состава, оснащенных каретками с внутрипружинными пневмоэлементами, и алгоритма управления такими токоприемниками для обеспечения надежного токосъема в условиях скоростного движения;

приведены практические рекомендации по применению управляемых внутрипружинных пневмоэлементов в рычажных и рычажно-плунжерных каретках токоприемников отечественного подвижного состава;

определены перспективы применения усовершенствованной математической модели взаимодействия токоприемника с контактной подвеской для определения параметров внутрипружинных пневмоэлементов на стадии проектирования системы токосъема.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном и поверенном оборудовании с применением программных

продуктов для ЭВМ и основаны на положениях теории токосъема, теоретической механики, математической статистики, планирования эксперимента, методах аппроксимации, сглаживания, численного решения дифференциальных уравнений, корреляционного и регрессионного анализа; достоверность подтверждается сходимостью результатов теоретического моделирования и экспериментальных исследований, расхождение между которыми не превышает 10 %;

теория построена на известных, проверяемых данных, которые согласуются с опубликованными материалами по теме диссертационной работы;

использованы основные выводы и результаты исследований российских и зарубежных ученых в области повышения надежности токосъема;

установлено, что основные выводы и результаты диссертации, полученные автором в ходе исследования, не противоречат результатам, представленным в современных работах по вопросам повышения надежности токосъема в условиях скоростного движения.

Личный вклад соискателя состоит в:

непосредственном участии соискателя в совершенствовании математической модели взаимодействия токоприемника, оснащенного каретками с внутрипружинными пневмоэлементами, и контактной подвески, в которой приведенная масса представлена в виде инертора;

личном участии в разработке технических решений по применению управляемых внутрипружинных пневмоэлементов в каретках токоприемников;

непосредственном участии в создании алгоритма регулирования нажатия токоприемника с внутрипружинными пневмоэлементами в каретках для условий скоростного движения;

непосредственном участии в совершенствовании методов экспериментального исследования и модернизации испытательных стендов для изучения работы токоприемников электроподвижного состава, оснащенных каретками с управляемыми внутрипружинными пневмоэлементами;

личном участии автора в получении, обработке и интерпретации данных, полученных в результате выполненных экспериментальных исследований токоприемника, оснащенного каретками с внутрипружинными пневмоэлементами в различных условиях эксплуатации;

непосредственном участии автора в апробации и внедрении результатов исследования;

личном участии в подготовке публикаций с основными результатами выполненной диссертационной работы.

Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования

Предприятиям, выполняющим проектирование и производство электроподвижного состава и токоприемников, – систему практических рекомендаций по применению управляемых внутрипружинных пневмоэлементов в рычажных и рычажно-плунжерных каретках токоприемников отечественного подвижного состава; усовершенствованные методы экспериментальных исследований токоприемников с учетом различных условий эксплуатации; технические решения по конструкции кареток токоприемников, оснащенных управляемыми внутрипружинными пневмоэлементами.

Научным организациям, направление деятельности которых связано с совершенствованием системы токосъема, – математическую модель взаимодействия токоприемника с контактной подвеской; технические решения по конструкции кареток токоприемников, 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 технические решения по конструкции кареток токоприемников, оснащенных управляемыми внутрипружинными пневмоэлементами, для использования в учебном процессе.

Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученых степеней (п. 10, п. 14)

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку.

В диссертации приводятся сведения о практическом использовании полученных автором научных результатов.

Предложенные автором решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

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 диссертации.

В диссертации соискателем отмечается использование результатов научных работ, выполненных лично и в соавторстве, имеются ссылки на соавторов.

Оценка диссертации в соответствии с требованиями п. 9 Положения о присуждении ученых степеней

Диссертация «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 путем совершенствования кареток токоприемников электроподвижного состава в условиях скоростного железнодорожного движения, имеющие существенное значение для развития страны.

В ходе защиты диссертации были заданы вопросы и высказаны следующие критические замечания:

1. Каким образом учитывается, что приведенная масса системы подвижных рам полоза и приведенная масса контактной подвески имеют различную траекторию? 2. Каким образом предложенная Вами усовершенствованная математическая модель помогла Вам получить технические решения? Что конкретно Вы получили в результате применения математической модели в Ваших технических решениях, защищенных патентами? 3. В работе приведены многочисленные экспериментальные исследования. Полученные Вами уравнения были включены в математическую модель? 4. В цели работы указано повышение надежности токосъема применением управляемых пневмоэлементов. Насколько и какие показатели надежности токосъема улучшены или будут улучшены при применении предлагаемых Вами технических решений? 5. Главная особенность работы – внедрение внутрипружинного элемента в конструкцию токоприемника. Какого типа элемент? Его нужно создавать или Вы выбрали из существующих элементов? 6. В научной новизне – разработана усовершенствованная математическая модель. Эта модель соответствует физической модели. В данном случае источником является усовершенствование конструкции. Правильнее будет: «...разработана усовершенствованная конструкция и соответствующая математическая модель».

Соискатель Михайлов М. С. ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию на высказанные замечания и рекомендации.

На заседании 16 декабря 2025 г. диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, присудить Михайлову М. С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 12 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали за – 12, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета 44.2.003.01,

доктор технических наук, профессор,

заслуженный деятель науки и

техники РФ



Галиев Ильхам Исламович

Ученый секретарь

диссертационного совета 44.2.003.01,

доктор технических наук,

профессор

Кузнецов Андрей Альбертович

16 декабря 2025 г.