

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.324.05,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МАГНИТОГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Г. И. НОСОВА»,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19.12.2025 № 16

О присуждении Харисову Ильдару Ришатовичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Адаптивная система управления тяговым электроприводом магистрального электровоза с переменной структурой» по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы принята к защите 15 октября 2025 г. (протокол № 14) диссертационным советом 24.2.324.05, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38, приказ № 508/нк от 24.03.2023 г.

Соискатель Харисов Ильдар Ришатович, 28.03.1991 года рождения. В 2025 году соискатель окончил аспирантуру в ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» по направлению 13.06.01. Электро- и теплотехника.

Работает в должности главного специалиста по программному обеспечению – начальника отдела в обществе с ограниченной ответственностью «Уральские локомотивы».

Диссертация «Адаптивная система управления тяговым электроприводом магистрального электровоза с переменной структурой» выполнена на кафедре электрификации горных предприятий ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», Министерство науки и высшего образования РФ.

Научный руководитель – доктор технических наук, учёное звание – старший научный сотрудник, Карякин Александр Ливиевич, ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», кафедра электрификации горных предприятий, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

1. Захаров Алексей Вадимович, доктор технических наук, технический директор – руководитель направления расчетов ООО «Инженерный центр «Русэлпром» (г. Москва);

2. Колпахчьян Павел Григорьевич, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», (г. Санкт-Петербург), кафедра «Электрическая тяга», профессор;

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», (г. Москва), в своем положительном отзыве, подписанном Шпаком Дмитрием Михайловичем, кандидатом технических наук и Куликом Егором Сергеевичем, кандидатом технических наук, указала, что диссертация Харисова И.Р. «Адаптивная система управления тяговым электроприводом магистрального электровоза с переменной структурой» по объему исследований, их глубине, научной и практической значимости отвечает всем требованиям, установленным пунктами 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (с изменениями и дополнениями), а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы.

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 15 работ, из них 2 в журналах из перечня рецензируемых

научных изданий, рекомендованного ВАК, 1 публикация в издании, входящем в систему цитирования Scopus, 2 работы в трудах научно-практических конференций, 10 патентов, связанных с темой диссертации. Сведения об опубликованных работах достоверны.

Авторский вклад соискателя заключается в следующем: исследованы условия сцепления в зоне контакта колеса и рельса; проведен анализ структур тягового привода на современном подвижном составе; на основе анализа представлена классификация алгоритмов управления тяговым приводом подвижного состава; проведено математическое моделирование тягового электропривода со структурной схемой «преобразователь частоты – асинхронный двигатель»; разработана адаптивная система управления тяговым приводом с переменной структурой; разработана численная модель тягового электропривода магистрального электровоза в режимах с избыточным скольжением и без избыточного скольжения; проведено моделирование адаптивной системы управления тяговым усилием с переменной структурой в режимах избыточного скольжения и без избыточного скольжения на компьютерной модели; разработан стенд полунаатурного моделирования и проведено моделирование адаптивной системы управления тяговым усилием с переменной структурой в режимах с избыточным скольжением и без избыточного скольжения; проведены экспериментальные исследования на объекте в условиях промышленной эксплуатации с весом поезда не менее двух тысяч тонн.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Харисов, И. Р. Законы и способы управления тяговым приводом магистрального электровоза / И. Р. Харисов, А. Л. Карякин // Электротехнические системы и комплексы. – 2022. – № 4(57). – С. 60–68. DOI: 10.18503/2311_8318_2022_4(57) _60_68.
2. Харисов, И. Р. Компьютерное моделирование и исследование адаптивной системы регулирования момента тягового электропривода магистрального электровоза в предельных режимах / И. Р. Харисов, А. Л. Карякин // Электротехнические системы и комплексы. – 2025. – № 1(66). – С. 62–38. DOI: 10.18503/2311_8318_2025_1(66) _32_38.

На диссертацию и автореферат поступило 11 отзывов, все положительные:

1. Отзыв **ФГАОУ ВО «Уральский государственный университет путей сообщения», г. Екатеринбург** (канд. техн. наук, А.И. Кузнецов): 1) Можно ли совмещать способы определения линейной скорости в соответствии с классификацией (рис. 2)? 2) Чем обусловлено малое количество времени одиночного избыточного скольжения (рис. 13)?

2. Отзыв **АО «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (АО «ВНИИЖТ), г. Москва** (канд. техн. наук С.Н. Прокофьев): 1) По утверждению автора, табличный метод выбора скорости скольжения соответствует критерию работоспособности в условиях регулирования момента ТЭД при проскальзывании колесной пары. Но в автореферате не показано, каким образом учитываются величины максимума тягового момента в табличной матрице в зависимости от условий контакта колеса с рельсом на сухих и увлажненных рельсах. 2) В автореферате отсутствует упоминание об использовании указанного в научной новизне критерия качества работы системы управления тяговым усилием в исследованиях на полунатурном и натурном образцах объектов исследования.

3. Отзыв **ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», г. Липецк** (д-р техн. наук, проф. В.Н. Мещеряков): 1) Результаты, представленные в автореферате, получены для тягового электропривода магистрального электровоза переменного тока. В то же время, на железнодорожном транспорте применяются электровозы с регулируемым тяговым электроприводом постоянного тока. Какие научные и практические результаты, полученные в работе, можно использовать в тяговом электроприводе постоянного тока? 2) В разделе «Достоверность полученных результатов» (с. 6) использованы термины: «качественное и количественное согласование результатов теоретических исследований с экспериментальными данными». Какое значение относительной погрешности при сравнении теоретических и практических результатов автор считает качественным, а какое количественным?

4. Отзыв **ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени**

первого Президента России Б. Н. Ельцина» (канд. техн. наук, доц. А.В. Костылев, канд. техн. наук А.И. Хабаров): 1) В автореферате отсутствуют значения погрешности косвенного метода определения момента сцепления в точке контакта «колесо – рельс». 2) Исходя из представленных структурной схемы системы управления и структурной схемы модели тягового электропривода, автором применен аддитивный способ введения управляющего сигнала адаптивной системы. Каким элементом в структуре системы управления обеспечивается плавное выключение адаптивного контура, наличие которого видно из результатов эксперимента? 3) Рассматривал ли автор способ введения сигнала адаптивной системы, как ограничение на заданный момент, что позволит согласовать одновременную работу адаптивных систем разных осей? 4) Из автореферата неясно, при последовательном включении адаптивных систем каждой оси, с каких начальных условий начинает работу блок корректировки коэффициентов каждой адаптивной системы?

5. Отзыв ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» (канд. техн. наук, доц. А.С. Безгин): 1) На структурной схема блока корректировки коэффициентов (рис. 9) на выходе регулятора показано инерционное звено первого порядка. Следует пояснить необходимость использования в прямом канале управления дополнительного инерционного звена, которое, как известно, ухудшает показатели качества системы автоматического управления. 2) В автореферате отсутствует расшифровка обозначений переменных, представленных на рисунках (5, 10), что затрудняет понимание текста.

6. Отзыв ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (д-р техн. наук, доц. С.П. Черный): 1) В автореферате отмечено возникновение помех, вызываемых неровностями дорожного полотна и помехами в сигнале обратной связи и далее декларативно принято решение о применении ПИ-регулятора с переменным коэффициентом пропорциональности. На сколько эффективно такое решение относительно введения в систему ПИД-регулятора? 2) Ряд обозначений параметров, приведенных на рисунках, не имеет расшифровки, что затрудняет восприятие материала; 3) Автореферат не лишен ряда стилистических и редакционных ошибок: например стр. 10 последний

абзац, оформление некоторых рисунков в силу их невысокого качества делает понимание результатов моделирования затрудненными, в подписи рисунка 10 не понятен термин — «структурная схема математической модели...».

7. Отзыв **ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»** (канд. техн. наук, доц. С.Н. Кладиев): 1) Из автореферата не понятно каким образом верифицирован предложенный критерий оценки эффективности работы СУ усилием тяги? 2) Как технически определяется скорость скольжения в статических и динамических режимах работы? 3) На стр. 6 автореферата указано, что результаты работы использованы на новой промышленной серии магистральных грузовых электровозов постоянного тока ЗЭС8, а на стр. 3, 7, 8, 10 объектом исследования являются асинхронные частотно-управляемые электроприводы?

8. Отзыв **ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»** (д-р. техн. наук, доц. А.Б. Дарьенков, канд. техн. наук, доц. А.В. Серебряков): 1) Из автореферата не ясно, почему выбран именно ПИ-регулятор с корректируемым пропорциональным коэффициентом. Рассматривалось ли применение регуляторов других типов? 2) Следовало бы более подробно изложить в тексте автореферата суть предложенного автором критерия оценки эффективности работы автоматической системы управления тяговым усилием. 3) В автореферате не указано, какие отечественные и зарубежные ученые занимались исследованиями в данном научном направлении.

9. Отзыв **ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»** (канд. техн. наук В.К. Барсуков): 1) Как будет вычисляться линейная скорость в случае выхода из строя инкрементального энкодера в соответствии с рис. 6, 7? 2) Были ли проведены натурные исследования метода поиска максимума?

10. Отзыв **ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»** (д-р. техн. наук, доц. Б.В. Кавалеров): 1) Неудачно подобрано название для рассматриваемой системы управления, правильнее было назвать ее «адаптивная система управления с переменной структурой электроприводом...», иначе трудно понять к чему относится «переменная

структурой». 2) Из сравнения рис. 8 и 9 неясно: поступает ли в блок корректировки только сигнал ошибки, или есть еще и другие входные сигналы? Если в блок корректировки поступает только сигнал ошибки, а расчет в нем ведется с помощью заранее составленных таблиц, тогда, действительно, такой регулятор является нелинейным, но в этом случае требуется пояснить, в чем заключается его адаптивность, если он, как и обычный классический регулятор реагирует только на сигнал ошибки? 3) В автореферате следовало привести графики переходных процессов для сравнения разработанных полной модели и упрощенной модели в виде апериодического звена, аналогично — для классического и предлагаемого адаптивного регулятора.

11. Отзыв **ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»** (канд. техн. наук, доц. А.В. Иванов): 1) Возможно применение указанных разработок при модернизации действующих магистральных электровозов? 2) Условия оценки экономической эффективности? За счет чего достигается экономической эффект?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается широкой известностью их научных достижений в области систем управления тяговым электроприводом и в области тяговых электрических машин. Доктор технических наук Захаров А.В. является известным специалистом в области разработки тяговых электродвигателей. Доктор технических наук, доцент Колпахчьян П.Г. — признанный специалист в области тягового электропривода железнодорожного транспорта. В ведущей организации - ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» действует научная школа, широко известная разработками системам управления электроприводами, что подтверждается многочисленными научными публикациями по данной тематике.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соисследований:

Разработаны:

- Классификация способов управления тяговым приводом в режимах предельных усилий, отличающаяся тем, что классификационными признаками являются функции, выполняемые системой управления тяговым усилием. При-

чем, классификация построена таким способом, что если объединить минимум по одному подблоку из каждого функционального блока, то можно получить целостный способ управления тяговым приводом в режиме реализации предельных усилий;

- адаптивный пропорционально-интегральный регулятор, реализующий закон управления тяговым моментом электродвигателя, отличающийся тем, что на основании сигнала ошибки вычисляют корректирующий коэффициент пропорциональной части передаточной функции регулятора;
- метод поиска оптимальной скорости скольжения колесной пары в режиме избыточного скольжения, отличающийся тем, что скорость скольжения колесной пары определяют по таблице зависимости скорости скольжения от момента сцепления, составленной по результатам испытаний при выпуске электровоза с производства;
- комплексная математическая модель тягового электропривода позволяющая исследовать системы управления тяговым усилием в соответствии с классификацией систем управления тяговым усилием, отличающаяся наличием подсистемы определения эффективности скольжения колесной пары и блока, имитирующего задержку сигнала при передаче данных.

Предложен метод поисковой адаптации для реализации режима работы тягового электропривода магистрального электровоза в точке максимума характеристики сцепления в условиях промышленной эксплуатации.

Доказано, что применение классического ПИ-регулятора в составе адаптивной системы управления тяговым приводом с переменной структурой недопустимо вследствие возникновения автоколебаний момента тягового электропривода в режиме избыточного проскальзывания колёсных пар по отношению к поверхности рельса.

Введен критерий оценки эффективности работы автоматической системы управления тяговым усилием в режиме избыточного скольжения при моделировании системы управления тяговым усилием на компьютерной модели.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана эффективность метода поиска оптимальной скорости скольже-

ния, в соответствии с таблицей зависимости скорости скольжения от момента сцепления колесной пары; обоснованность замены математической модели тягового привода со структурой «преобразователь частоты – асинхронный двигатель» апериодическим звеном первого порядка в задачах по исследованию систем управления тяговым усилием;

применительно к проблематике диссертации эффективно использо-
ваны методы: математического моделирования в программном пакете MatLab/Simulink; имитационного моделирования, выполненные на полунатурном стенде; экспериментальных исследований адаптивной системы управления тяговым электроприводом на магистральном электровозе;

раскрыты зависимости скоростей скольжений колесных пар от зон нахождения момента сцепления; принцип управления тяговым приводом в начальный момент избыточного скольжения;

изложена идея применения интегрального показателя качества для определения эффективности скольжения как интеграла момента сцепления за время избыточного скольжения;

изучены причины появления автоколебаний момента тягового двигателя;

проведена модернизация существующих математических моделей секции электровоза, путем внедрения оценки качества работы системы управления тяговым усилием в режиме предельных усилий и скольжения колесной пары.

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

разработана и внедрена в составе системы управления тяговым электроприводом переменного тока магистрального электровоза 3ЭС8 адаптивная подсистема управления тяговым приводом с переменной структурой;

определенны показатели качества применения адаптивного ПИ-регулятора в условиях промышленной эксплуатации магистрального электровоза;

создана имитационная модель тягового электропривода и условий сцепления в точке «колесная пара – рельс».

Представлена классификация способов управления тяговым усилием в режимах предельных усилий, позволяющая проводить исследования подобных

систем и определять перспективные направления разработки новых способов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

установлена сходимость в пределах инженерной точности между измеренными токами асинхронного тягового на лабораторном исследовательском стенде и результатами моделирования;

теория построена на известных положениях автоматизированного электропривода и автоматического управления, теории электрической тяги. Теоретические исследования проводились с помощью модели, разработанной в программных пакете Matlab/Simulink;

идея базируется на анализе современных подходов и существующих решений по управлению асинхронным тяговым электроприводом на железнодорожном транспорте;

использовано сравнение данных, полученных автором при моделировании, и данных, полученных в ходе испытаний и промышленной эксплуатации;

установлено совпадение полученных автором результатов с результатами, представленными в независимых источниках по теме исследований, по критерию измерения относительной погрешности прямых показателей качества в статическом и динамическом режимах, выполненное методом прямых и косвенных измерений; доказано соответствие результатов компьютерного моделирования и экспериментальных данных, получена положительная оценка итогов эксплуатации внедренных методов;

использованы современные методы имитационного моделирования с применением математического пакета Matlab/Simulink, методы осциллографирования.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах разработок и исследований; в получении исходных данных и проведении научных экспериментов; обосновании новых научных положений; в разработке:

– классификации способов управления тяговым приводом в режимах предельных усилий, отличающаяся тем, что классификационными признаками являются функции, выполняемые системой управления тяговым усилием, что позволяет определять перспективные направления исследований в области тягово-

го электропривода;

- адаптивного пропорционально-интегрального регулятора, реализующего закон управления тяговым моментом электродвигателя, отличающийся тем, что на основании сигнала ошибки вычисляют корректирующий коэффициент пропорциональной части передаточной функции регулятора;
- методики поиска оптимальной скорости скольжения колесной пары в режиме избыточного скольжения, отличающейся тем, что скорость скольжения колесной пары определяют по таблице зависимости скорости скольжения от момента сцепления, составленной по результатам испытаний при выпуске электровоза с производства;
- комплексной математической модель тягового электропривода, позволяющей исследовать системы управления тяговым усилием в соответствии с классификацией систем управления тяговым усилием, отличающейся наличием подсистемы определения эффективности скольжения колесной пары и блока, имитирующего задержку сигнала при передаче данных.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания.

В отзыве ведущей организации:

1. Следовало привести более детальные графики процессов избыточного скольжения с целью обоснования негативных воздействий данного явления на показатели и характеристики тяговых свойств магистрального электровоза;
2. В первой главе при анализе систем управления тяговым электроприводом не представлены механические характеристики электродвигателя, не выполнена оценка жесткости естественной механической характеристики на рабочем участке;
3. Не приведены допущения, принятые для выполнения преобразований Парка-Горева;
4. В формулах (2.22) и (2.23) указана постоянная времени цепи обмоток статора вместо постоянной времени цепи намагничивания;
5. При анализе вычислительных экспериментов по определению избыточного скольжения на основе динамической модели тягового электропривода сле-

довало выполнить оценку прямых показателей качества переходных процессов, в том числе перерегулирования;

6. Полезно уточнить диапазоны и закон адаптации коэффициента пропорциональной составляющей ПИ-регулятора, а также условия предотвращения автоколебаний при резких изменениях сцепления и задержках в каналах измерений.

В отзыве официального оппонента Захарова А.В.:

1. В работе не проведен анализ устойчивости адаптивной системы управления тяговым усилием с переменной структурой.

2. В соответствии с уравнением (2.13) для управления тяговым асинхронным электродвигателем используется векторное управление с косвенной ориентацией по полю ротора. При таком управлении фазовый угол потокосцепления существенно зависит от активного сопротивления ротора, а, следовательно, нагрева. Указанное отклонение оказывает влияние на параметры системы – приводит к ошибкам в расчете потокосцепления и момента. Не ясно, может ли оказать отклонение параметров системы на работу адаптивного регулятора.

3. В табл. 2.1 не указан момент инерции асинхронного тягового двигателя.

4. Постоянная времени ротора в выражении (2.12) не расшифровывается.

5. Для полного понимания и сопоставления результатов численного и натурного экспериментов необходимо представить фазный ток статора (рис. 2.15, 2.17, 2.19) в виде действующего тока.

6. Автору следовало бы больше внимания уделять качеству иллюстрационного материала. Графики, например, 5.4-5.8, 5.12-5.14, 5.16, 5.17-5.21 следовало представить с соответствующими легендами, расположенными непосредственно на них.

В отзыве официального оппонента Колпахчяна П.Г.:

1. В работе не рассмотрен режим электрического торможения и юза колесных пар.

2. Полностью не раскрыто описание типовой тяговой характеристики (рис. 16). Как правило, тяговая характеристика представляет собой одну зависимость, на представленной характеристике их две.

3. Формула (1.8) не поясняет принцип регулирования возбуждения тягового двигателя постоянного тока.
4. Не раскрыто или отсутствует ссылка на математическое описание полунатурного стенда.
5. Не указан или не определено период следования дейтаграмм по интерфейсам связи.
6. Для полноты модели (рис. 4.1) можно было использовать теорию Калкера.

В ходе заседания диссертационного совета:

1. Что означает понятие электрической угловой частоты вращения $\omega_{эл}$?
2. Объясните форму угловой частоты вращения на графике моделирования асинхронного тягового двигателя.
3. Какие значения оценивались при расчете среднеквадратичной ошибки в численном эксперименте заключавшимся в сравнении работы апериодического звена первого порядка и модели со структурой «ПЧ-АД».
4. Какие способы регулирования применяются в режимах избыточного скольжения?
5. Чем обусловлены «выбросы» значений момента сцепления и коэффициента сцепления на графиках результатов численного эксперимента по определению данных значений косвенным методом?
6. При каких условиях возникли автоколебания момента?
7. Как измеряется линейная скорость электровоза и применяются ли внешние средства измерения?
8. Разрешен ли режим скольжения колесной пары и есть ли полезное свойство от этого режима?
9. Какими факторами вызван режим боксования?

Соискатель Харисов И.Р. ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

1. А.С. Анучин в своем учебнике вводит новое понятие – электрическая скорость. Для приведения к реальной скорости необходимо перевести машину

из обобщенной в трехфазную, т.е. через связь с парами полюсов можно получить ее механическую скорость.

2. Форма угловой частоты вращения получена на графике моделирования асинхронного тягового двигателя получена при установившемся режиме работы и соответствует номинальной скорости асинхронного тягового двигателя.

3. При расчете среднеквадратичной ошибки наблюдаемой величиной являлся момент на выходе апериодического звена первого порядка, а за эталон брался момент на выходе модели «преобразователь частоты–асинхронный двигатель», и производился расчет среднеквадратичной ошибки в переходном режиме.

4. На магистральных электровозах при боксованиях применяются регуляторы. Также при начале боксования на некоторых типах электровозов с фиксированным темпом сбрасывается момент тягового двигателя для прекращения режима боксования.

5. «Выбросы» связаны с тем, что на 5-й и 10-й секундах изменялась кривая коэффициента сцепления и, как следствие, изменялся максимум его сцепления.

6. Данные автоколебания получены в ходе натурных испытаний электровоза, при проезде пересечения с дорогой, где на поверхности железнодорожного полотна было обнаружено моторное масло. После чего начался процесс избыточного скольжения с автоколебанием момента тягового привода, при этом в структуре применялся классический ПИ-регулятор.

7. Линейная скорость магистрального электровоза ЗЭС8 вычисляется как минимальная из угловых частот вращения вала тяговых двигателей с последующим переводом к окружной скорости колесной пары. Применение метода с измерением линейной скорости по сигналам GPS/ГЛОНАСС не обеспечивают необходимую точность.

8. Режим скольжения колесной пары разрешен, при этом режиме возникает полезное свойство, заключающейся в том, что при определении оптимальной скорости скольжения происходит реализация максимального момента сцепления.

9. Причиной возникновения боксования является превышение силой тяги силы сцепления. Сила сцепления зависит от состояния контакта в точке «колесо — рельс», в том числе от осадков и загрязнения рельсов. Частота боксования зависит только от того, насколько часто сила тяги будет превышать силу сцепления. В промышленной эксплуатации зафиксирована длительность режима боксования, равная 4 минутам.

Диссертационный совет установил, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, полностью соответствующую критериям «Положения о присуждении ученых степеней» №842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук.

На заседании 19 декабря 2025 года диссертационный совет принял решение за разработку научно-обоснованных технических решений в области методов, структуры и алгоритмов эффективного управления тяговым электроприводом переменного тока магистрального электровоза применительно к транспортной отрасли, имеющих существенное значение для экономики страны, присудить Харисову И.Р. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования совет в количестве 10 человек, из них 9 докторов наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы, участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени — 10, против присуждения ученой степени — 0, не проголосовали — 0.

Председатель
диссертационного совета
Ученый секретарь
диссертационного совета



19 декабря 2025 г.

Корнилов Геннадий Петрович

Одинцов Константин Эдуардович