

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 999.086.03 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ», ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ», ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «АМУРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 30 ноября 2017 г. № 24

О присуждении Шухареву Сергею Анатольевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение энергетической эффективности электровозов переменного тока на основе применения экстремального компенсатора реактивной мощности» по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы» принята к защите 11 сентября 2017 г., протокол № 21 диссертационным советом Д 999.086.03 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Амурский

государственный университет», 681000, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, д.27, созданный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 773/нк от 24 июня 2016 г.

Соискатель Шухарев Сергей Анатольевич 1992 года рождения, в 2015 году окончил «Дальневосточный государственный университет путей сообщения». В настоящее время обучается в аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения». Работает преподавателем, инженером на кафедре «Локомотивы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения».

Диссертация выполнена на кафедре «Локомотивы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения».

Научный руководитель - доктор технических наук, профессор Кулинич Юрий Михайлович, профессор кафедры «Локомотивы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения».

Официальные оппоненты:

Савоськин Анатолий Николаевич, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта (МИИТ)», профессор кафедры «Электропоезда и локомотивы»;

Суздорф Виктор Иванович, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет»,

профессор кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок»;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения», в своем положительном отзыве, подписанным доктором технических наук, доцентом Мельниченко Олегом Валерьевичем, заведующим кафедрой «Электроподвижной состав», кандидатом технических наук, доцентом Линьковым Алексеем Олеговичем, доцентом кафедры «Электроподвижной состав», и утвержденном доктором технических наук, профессором Хоменко Андреем Павловичем, ректором ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения», указал, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для развития железнодорожного транспорта РФ, а ее автор, Шухарев Сергей Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Соискатель имеет 22 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 10 работ, из которых 3 опубликованы в рецензируемых научных изданиях, в 1 патенте на изобретение и в 1 издании, входящем в международную систему цитирования Scopus. Общий объем публикаций по теме диссертации 2,62 п.л., авторских – 2,01 п.л.; публикаций в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК Минобрнауки России – 0,78 п.л., авторских – 0,59 п.л.

Наиболее значимые работы:

1. Шухарев, С.А. Применение системы экстремального регулирования для управления компенсатором реактивной мощности электровоза / С.А. Шухарев, Ю.М. Кулинич // Электротехника – М., 2016. – №2. – С. 28-30.

2. Шухарев, С.А. Исследование и разработка способа преобразования постоянного напряжения в квазисинусоидальное с широтно-импульсной модуляцией / С.А. Шухарев, А.В. Гуляев, Д.С. Фокин, Е.Е. Тен, В.Г. Скорик // Электротехника – М., 2016. – №2. – С. 34-37.
3. Шухарев, С.А. Повышение энергетических показателей электровоза переменного тока за счет новой структуры управления компенсатором / С.А. Шухарев, Ю.М. Кулинич // Электротехника – М., 2016. – №9. – С. 57-61.
4. Пат. 2595265 Российская Федерация, МКП H02J 3/18, B60L 9/12. Устройство для компенсации реактивной мощности электроподвижного состава / Шухарев С.А., Кулинич Ю.М. ; заявитель и патентообладатель Дальневосточный гос. ун-т. путей сообщения. – №2015133534/07; заявл. 10.08.2015 ; опубл. 27.08.2016, Бюл. №24.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы (все положительные):

1. Отзыв ведущей организации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения», подписанным доктором технических наук, доцентом Мельниченко Олегом Валерьевичем, заведующим кафедрой «Электроподвижной состав», кандидатом технических наук, доцентом Линьковым Алексеем Олеговичем, доцентом кафедры «Электроподвижной состав» и утвержденном доктором технических наук, профессором Хоменко Андреем Павловичем, ректором ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения». Замечания: 1) В первой главе не приведен опыт применения компенсирующих устройств на зарубежном подвижном составе. 2) Во второй главе при моделировании тяговой подстанции использовалась ее упрощенная схема в виде источника синусоидального напряжения, последовательно соединенного с индуктивностью и активным сопротивлением, имитирующих общее активно-индуктивное сопротивление обмоток трансформатора. 3) Из таблицы 2.3 не понятно почему ток холостого хода указан в процентах. 4) Из рисунка 2.14 не ясна возможность работы модели БУВИП при искаженной форме напряжения,

поступающего на информационный вход Sine_50Hz. 5) При выборе метода численного дифференцирования не обосновано применение интерполяционной формулы Стирлинга. 6) Из рисунка 3.9 не ясен принцип работы блока 10, обозначенного как «Циклический режим работы». 7) Из рисунка 3.9 не ясно что такое направление поиска «Н», принятое равным 1 в блоке начальных условий 2. 8) Из рисунка 3.11 не ясно где формируется переменное напряжение $U_{ВД}$ в схеме инвертора напряжения. 9) На рисунках 3.24 и 3.25 излишне подробно показаны общеизвестные сведения о работе IGBT-транзистора. 10) Не ясно почему характер изменения коэффициента мощности на рисунке 4.2 отличается от рисунка 1.2.

2. Отзыв официального оппонента, профессора кафедры «Электропоезда и локомотивы» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта (МИИТ)», доктора технических наук, профессора Савоськина Анатолия Николаевича. Замечания: 1) Почему то управляемый компенсатор, разработанный в ДВГУПСе, назван пассивным, хотя в его состав входит автономный инвертор напряжения (АИН), который управляет изменением напряжения на первичной обмотке вольтодобавочного трансформатора. По нашему мнению наличие АИН позволяет управлять КРМом и делает такой компенсатор активным. 2) Кроме того, отсутствует анализ способов управления таким компенсатором и утверждение о необходимости применения экстремального способа выглядит необоснованным. 3) При этом автор вопреки известным рекомендациям почему-то принял схему замещения тяговой сети в виде одного четырёхполюсника, хотя в работах ВНИИЖТа и МИИТа обоснована необходимость использования конечноэлементных моделей. 4) При проверке адекватности полученной модели автор использовал экспериментальные данные ВНИИЖТа, полученные на испытательном кольце на станции Щербинка. Эти данные соответствуют положению электровоза вблизи тяговой подстанции, когда параметры тяговой сети не оказывают никакого влияния на электромагнитные процессы, поэтому адекватность

принятой диссертантом модели тяговой сети осталась по нашему мнению не подтверждённой. Кроме того, параметры тяговой сети на испытательном кольце ВНИИЖТа соответствуют системе постоянного тока и использование результатов, полученных на такой сети, для системы переменного тока на российских дорогах является некорректным. 5) В качестве замечаний отметим, что автор ориентируется на применение способа δ – модуляции и не рассмотрел другие возможные способы управления. 6) В физической модели использован однозонный трансформатор. 7) Тяговая сеть, являющаяся системой с распределёнными параметрами, моделировалась блоками с сосредоточенными параметрами. 8) В качестве замечания отметим, что диссертант не учёл снижения цены на электроэнергию, которую предоставляют поставщики при уменьшении потребляемой реактивной мощности. Дополнительный учёт этого эффекта обеспечил бы уменьшение срока окупаемости до приемлемой величины в два года.

3. Отзыв официального оппонента, профессора кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», кандидата технических наук, Суздорфа Виктора Ивановича. Замечания: 1) Из выражений 1.3 и 1.6 не ясно, почему мощность компенсатора определяется только реактивной мощностью конденсатора C и не учитывается реактивная мощность индуктивности L . 2) Значения, приведённые в таблице 2.4 не обоснованы точностью измерительного моста постоянного тока. 3) В разделе 3.3 не ясно из каких соображений принято максимальное значение угла регулирования $\alpha_p = 153,8^\circ$ эл. 4) Конструкция выпрямительно-инверторного преобразователя (ВИП) на рисунке 5.1 не соответствует модели ВИПа электровоза, приведённого на рисунке 2.10.

Отзывы на автореферат:

1. Отзыв Елшина Анатолия Ивановича, профессора кафедры «Электроэнергетические системы и электротехника» Федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет водного транспорта», доктора технических наук. Замечания: 1) Не ясно, из каких условий выбирается напряжение U_{Cd} на конденсаторе C_d инвертора? 2) Из автореферата не ясно, что имел в виду автор относительно возможности адаптации компенсатора при изменении условий работы электровоза.

2. Отзыв Черемисина Василия Титовича, заведующего кафедрой «Подвижной состав электрических железных дорог» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения», доктора технических наук, профессора. Замечания: 1) Не ясно для каких целей служит индуктивность L в пассивном компенсаторе реактивной мощности. 2) Не ясно, что понимает автор под направлением поиска, обозначенного буквой «Н» в описании алгоритма работы экстремального регулятора.

3. Отзыв Смирнова Валентина Петровича, профессора кафедры «Тяговый подвижной состав» Российской открытой академии транспорта Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта (МИИТ)», доктора технических наук, доцента. Замечания: 1) Из автореферата не ясно при каких условиях получены расчетная и экспериментальная кривые тока компенсатора, представленные на рисунке 2. 2) Не обосновано преимущество работы системы экстремального регулирования в цикле первого рода по сравнению с циклом второго рода.

4. Отзыв Мурзина Романа Вилорьевича, заместителя Генерального директора акционерного общества «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта», кандидата технических наук, Широченко Николая Николаевича, ведущего научного сотрудника акционерного общества «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта», кандидата технических наук. Замечания: 1) Имеются неточности при обзоре литературы в первой главе работы. 2) В работе отсутствует

подтверждение выполненных теоретических исследований на действующем электровозе. Эффективность применения разработанной системы подтверждена лишь результатами физического моделирования.

5. Отзыв Евстафьева Андрея Михайловича, заведующего кафедрой «Электрическая тяга» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», кандидата технических наук, доцента. Замечания: 1) Из автореферата не ясно из каких соображений выбрано время запаздывания сигнала в элементах задержки Z^{-1} ? 2) Из автореферата не ясно как автор рассчитывает значение коэффициента a в выражении (2)?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью официальных оппонентов в соответствующей отрасли науки, наличием у них публикаций по теме диссертационной работы и сферы исследования, наличием их согласия; широкой известностью ведущей организации своими достижениями в соответствующей отрасли науки и способностью определить научную и практическую ценность диссертационной работы, наличием ее согласия.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый подход, заключающийся в использовании экстремального закона регулирования, обеспечивающего поддержание коэффициента мощности на максимальном значении во всех режимах работы электровоза;

предложен оригинальный подход при выборе пошагового изменения приращения вольтодобавочного напряжения системой управления регулируемым компенсатором реактивной мощности, позволяющий быстрее достигать экстремальное значение коэффициента мощности;

доказана эффективность применения на тяговом подвижном составе экстремального компенсатора реактивной мощности как средства повышения

коэффициента мощности во всех режимах его работы;

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана применимость экстремального способа управления, обеспечивающего повышение коэффициента мощности электровоза во всех режимах его работы;

использованы методы теории электрических цепей, теории автоматического управления, а также методы численного математического моделирования и экспериментального исследования;

изложена идея создания экстремальной системы управления компенсатором реактивной мощности, обеспечивающей получение экстремального значения коэффициента мощности за счет выбора величины шага приращения вольтодобавочного напряжения;

раскрыты условия работы экстремального компенсатора реактивной мощности при различном расположении электровоза на участке контактной сети;

изучены взаимосвязи между величиной приращения вольтодобавочного напряжения и работой экстремального регулятора в циклических режимах первого и второго рода;

проведена модернизация алгоритма работы экстремального регулятора за счет корректного применения в нем метода численного дифференцирования на основе использования интерполяционной формулы Стирлинга.

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

разработано и внедрено разработанное устройство компенсации реактивной мощности для повышения коэффициента мощности в электроаппаратном цехе участка по ремонту электрических машин депо «Белогорск» филиала «Дальневосточный» ООО «ТМХ-Сервис»;

определена целесообразность использования предложенной структуры

компенсатора реактивной мощности как средства, обеспечивающего повышение коэффициента мощности потребителей;

создана математическая модель, позволяющая облегчить настройку параметров системы экстремального регулирования для различных видов потребителей электрической энергии;

представлены рекомендации по внедрению экстремального компенсатора реактивной мощности на тяговом подвижном составе;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ получены результаты с использованием сертифицированного оборудования и поверенных в установленном порядке измерительных приборов;

теория построена на известных ранее проверенных экспериментальных данных и хорошо согласуется с результатами исследований, опубликованных по теме диссертации;

идея базируется на обобщении и анализе работы компенсирующих устройств, применяемых на электроподвижном составе;

использованы сравнения результатов математического моделирования с данными, приведенными в литературных источниках по тематике диссертации;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в публикациях в открытых источниках;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации.

Личный вклад соискателя состоит в:

разработке алгоритма экстремального управления регулируемым компенсатором реактивной мощности на электроподвижном составе;

в разработке математической модели системы «тяговая подстанция – контактная сеть – электровоз, оборудованный КРМ с экстремальным регулятором»;

в проведении основного объема теоретических и экспериментальных исследований, включая обработку данных, анализ и оформление результатов исследования для публикации;

в обработке и интерпретации результатов математического моделирования;

в разработке и изготовлении физической модели для исследования предложенного способа экстремального управления компенсатором;

в обработке и интерпретации результатов физического моделирования;

в определении параметров настройки экстремального регулятора;

в разработке алгоритма поддержания постоянного напряжения на конденсаторе инвертора напряжения.

На заседании 30 ноября 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Шухареву С.А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 16, против 0 недействительных бюллетеней 0.

Председатель
диссертационного совета,
д.т.н., профессор



Соловьев Вячеслав Алексеевич

Ученый секретарь диссертационного
совета, к.т.н., доцент

Гудим Александр Сергеевич

30 ноября 2017 г.