

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Журавлева Сергея Николаевича

на тему «Адаптивная система автоматического управления скоростью маневрового тепловоза», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

1 Актуальность темы исследования

Важной задачей инновационного развития компании ОАО «РЖД» является реализация проекта по беспилотному управлению локомотивом на сортировочной горке. При этом одной из ключевых задач, которую необходимо решить для работы локомотива в беспилотном режиме на сортировочной горке, является поддержание заданной скорости, получаемой от систем, управляющих сортировочным процессом, с высокой точностью.

Таким образом, тема исследования, связанная с разработкой системы совместного управления дизель-генераторной группой и тяговым электроприводом маневрового локомотива с целью автоматического управления скоростью движения поезда с учетом действующих в электрической передаче тепловоза ограничений и внутренних взаимосвязей, является актуальной и соответствует вектору развития локомотивного комплекса ОАО «РЖД».

2 Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений, сформулированных в диссертации, обеспечивается степенью проработки темы и корректным использованием известных научных методов при проведении исследований. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на заседаниях научно-технического совета АО «ВНИКТИ», кафедры «Электропоезда и локомотивы» РУТ (МИИТ), а также на международных научно – технических конференциях.

Выводы и рекомендации, сформулированные в работе, обоснованы полученными результатами теоретических и экспериментальных исследований.

3 Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается корректностью составленной математической модели и применяемых в ней методов, а также результатами экспериментальных исследований на тепловозе ТЭМ7А в условия сортировочной станции Лужская Октябрьской железной дороги.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

- разработана математическая модель функциональных узлов локомотива и предложена функциональная схема системы автоматического управления скоростью движения маневрового тепловоза;
- разработаны алгоритмы работы регуляторов скорости, напряжения и мощности тягового генератора, который обеспечивают требуемые качественные показатели управления скоростью при работе в условиях сортировочной горки;
- предложена система критериев для оценки качества работы системы автоматического управления скоростью маневрового тепловоза в условиях работы сортировочной горки;
- разработана методика решения и решена задача параметрического синтеза регулятора скорости маневрового тепловоза для различных условий работы.

4 Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

1 Автором предложены технические и технологические решения, позволяющие повысить эффективность работы маневрового локомотива в условиях сортировочной горки, в том числе перейти к использованию беспилотных локомотивов на сортировочной станции.

2 Разработана компьютерная модель тягового привода тепловоза, позволяющие исследовать на компьютерных моделях различные алгоритмы управления тяговым электроприводом, используемые в системах автоматического управления скоростью маневрового тепловоза.

5 Оценка содержания диссертационной работы, её завершенность

Диссертационная работа Журавлева С.Н. состоит из введения, пяти разделов, заключения с изложением результатов и выводов, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы. Объем составляет 154 страницы, в том числе: 71 рисунок, 2 таблицы. Список литературы включает в себя 105 источников.

Во введении обозначена и обоснована актуальность и дан анализ научной разработанности темы диссертационной работы, определена цель и задачи исследования, раскрыта научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, приведены сведения о достоверности и апробации результатов исследования.

Первый раздел посвящен анализу литературных источников по выбранной теме. Приведено развитие разработок в области маневрового локомотивостроения и технических решений в области систем автоматического управления. Рассмотрен ряд систем автоматического регулирования скорости движения.

Определены цели и задачи исследования, а также установлено, что особенностями сортировочной маневровой работы маневровых локомотивов являются большое время переходных процессов и низкие скорости движения, что определяет основные задачи при автоматизации – высокая точность формирования задания и поддержания скорости, формирование плавного характера переходного процесса без колебательных процессов.

Во втором разделе разработаны функциональная схема и математическая модель электропередачи маневрового тепловоза как объекта регулирования. Математическая модель включает в себя подмодели дизеля (п. 2.2), синхронного возбудителя (п. 2.3), связки тягового генератора, выпрямителя и тягового двигателя (п. 2.4), реализации силы тяги согласно ПТР (п. 2.5), регулятора частоты вращения (п. 2.6), а также тракта измерения скорости с применением импульсного датчика (п. 2.7).

Соискатель тщательно сформировал соответствующую систему уравнений. Специфика задачи заключается в том, что в процессе движения происходит отцепка вагонов, то есть изменяется масса состава, и мы имеем задачу динамики системы переменной массы, что является актуальным вопросом для построения автоматического управления скоростью. Соответственно, по мере отцепки вагонов изменяются также силы, действующие на эту систему. В тексте это явно не прописано, но в схемах имеется все необходимое для адекватного описания протекающих процессов.

Разработана схема системы автоматического управления скоростью маневрового тепловоза в режиме горочной работы, применение которой позволяет осуществлять поддержание заданной скорости с требуемыми показателями качества. Управление тепловозом производится дистанционно.

В третьем разделе разработана система критериев для оценки качества работы системы автоматического управления маневрового тепловоза в условиях горочной работы.

Решена задача параметрического синтеза регулятора скорости движения маневрового тепловоза и определены рациональные с точки зрения выбранной системы критериев оценки качества управления параметры системы автоматического управления скоростью. Решение данной задачи выполнено путём поиска минимума на множестве решений, полученном с применением метода статистических испытаний (метод Монте-Карло) для составов различной длины и массы, что позволило сформировать плавные переходные процессы во всем диапазоне изменения задающих и возмущающих воздействий.

На рисунках 3.19 – 3.22 показаны результаты моделирования.

В четвертом разделе проведено экспериментальное исследование управления скоростью тепловоза ТЭМ7А в парке приема станции Лужская Октябрьской железной дороги в автоматическом режиме по командам задающей системы автоматизации сортировочной станции *MSR32* с параметрами ПИ-регулятора, определенными в третьем разделе. Результаты экспериментальных исследований подтвердили правильность выбранных технических решений и адекватность синтезированных регуляторов и алгоритмов управления, а также высокую сходимость результатов компьютерного моделирования.

Пятый раздел приведена оценка экономической эффективности разработанного технического решения на примере трех локомотивов ТЭМ7А, оборудованных системой автоматического управления горочным локомотивом с функцией «без машиниста» при выполнении маневровой работы на станции Лужская Октябрьской железной дороги.

В заключении представлены основные выводы и рекомендации по результатам диссертационной работы.

Содержание диссертации соответствует поставленным целям и задачам исследования. В достаточной мере использована профессиональная терминологическая лексика, изложение выполнено логически последовательно, разделы содержат промежуточные обобщающие выводы по полученным результатам, обеспечивающие логические переходы к следующим этапам исследований.

Диссертация Журавлева С.Н. является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на достаточно высоком научном и методическом уровне, в которой содержится решение поставленной задачи.

6 Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования.

К достоинствам диссертационного исследования можно отнести актуальность темы, научную новизну и практическую значимость. Важно отметить разработанную функциональную схему системы автоматического управления скоростью, а также обоснование достоверности полученных результатов результатами эксперимента.

По содержанию диссертации имеется ряд замечаний:

1 В тексте неоднократно упоминается «система автоматизации сортировочной станции MSR32», однако отсутствует хотя бы краткое описание принципов работы этой системы.

2 На рисунке 2.11, не совсем удачно выбраны цвета кривых, было бы нагляднее кривые 100% изображать для всех величин одним и тем же цветом, 52% – другим, и т.д.

3 Как уже было отмечено, в тексте не подчеркнута специфика задачи: в уравнении движения поезда (2.24) масса Q является дискретно изменяющейся переменной величиной, то есть речь идет о динамике системы переменной массы.

4 Не ясно, выполняется ли бортовой САУ локомотива проверка (контроль) заданной скорости от системы MSR32 и что происходит в случае задания некорректного значения? Не ясно, каким образом осуществляется пневматическое торможение по командам системы автоматизации сортировочным процессом MSR32.

5 На рисунках 4.6 – 4.12 приведены экспериментальные результаты надвига и роспуска состава, при этом не указаны массы отцепляемых вагонов. Также не указаны моменты времени, когда происходит отцеп. Здесь можно было бы добавить кривую, показывающую изменение числа вагонов со временем.

6 Из текста диссертации не вполне понятно, почему происходило изменение заданной скорости надвига и роспуска состава при проведении экспериментальных исследований.

7 В работе автором не раскрыта тема защиты от боксования при работе в автоматическом режиме поддержания заданной скорости и выполнении операций надвига и роспуска тяжеловесных составов.

8 Имеются отдельные замечания по оформлению текста, записи уравнений и т.п.

Отмеченные недостатки не снижают качество исследований и не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

7 Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат полностью и корректно отражает основное содержание диссертации в кратком изложении.

8 Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Структура и оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

9 Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»

В соответствии с п. 10 работа написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку.

В соответствии с п. 11 основные научные положения диссертации достаточно полно изложены в 21 работах, из них 3 статьи в рецензируемых научных изданиях и 9 патентов на изобретения и свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ в соавторстве.

В соответствии с п. 14 в диссертации соискатель надлежащим образом ссылается на авторов и источники заимствования материалов и отдельных результатов. В диссертации соискатель использует результаты научных работ, выполненных лично и в соавторстве, и отмечает это обстоятельство.

10 Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по пункту 9

Диссертация Журавлева Сергея Николаевича на соискание ученой степени кандидата технических наук является самостоятельной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные

технические и технологические решения по разработке системы автоматического управления скоростью, повышающей эффективность работы маневрового тепловоза на сортировочной горке, имеющие существенное значение для развития железнодорожного транспорта страны, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Официальный оппонент

Зарифьян Александр Александрович,

доктор технических наук по специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация,

профессор кафедры «Тяговый подвижной состав» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения»

«11» 09 2024 г.



А.А. Зарифьян

Адрес: 344038, Россия, г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, 2.

Телефон: 8(863) 272-63-03.

E-mail: up_del@rgups.ru.

Я, Зарифьян Александр Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Журавлева Сергея Николаевича, и их дальнейшую обработку.

«11» 09 2024 г.



А.А. Зарифьян

Подпись

Зарифьян А.А.

УДОСТОВЕРЯЮ

Начальник управления делами

ФГБОУ ВО РГУПС

«11»

09

2024 г.



О.Н. Кирсанова

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Журавлева Сергея Николаевича

на тему «Адаптивная система автоматического управления скоростью

маневрового тепловоза»

по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и

электрификация

на соискание ученой степени кандидата технических наук

1. Актуальность темы исследования

Актуальность темы диссертационной работы Журавлева С.Н. не вызывает сомнений. В настоящее время мировая тенденция развития подвижного состава железных дорог определяется направлением развития и совершенствования систем автоматизации управления локомотивов. Задача разработки и создания системы автоматического управления маневровым тепловозом, способной в автономном режиме управлять его работой без участия человека как в штатном, так и аварийном режимах, является весьма нетривиальной. К тому же, решение этой задачи усложняется отсутствием практических наработок и теоретических исследований в этом направлении, что затрудняет в полной мере представлять конструкцию устройства для автоматизации подвижного состава. Внедрение же такого устройства на локомотиве исключит ошибки при управлении локомотивами в одно лицо и уменьшит проблему дефицита локомотивных бригад.

Поставленная автором цель исследования – разработка системы автоматического управления скоростью маневрового тепловоза в режиме работы сортировочной горки, является актуальной и соответствует задачам, определенным в принятой Стратегии развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года, утвержденной Распоряжением правительства РФ №877-р от 17.06.2008 г.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и рекомендации, приведенные автором в диссертационной работе, в достаточной степени обоснованы, поскольку при решении поставленных задач использован комплексный подход, включающий в себя обобщение, анализ научно-технической и справочной литературы, применение методов теории электротехники, электроники и автоматического управления, а также корректное применение современных методов математического и имитационного моделирования.

Выносимые на защиту основные положения и выводы выполненной работы логически связаны с поставленными целями и задачами диссертации. Сфор-

мулированные автором выводы и рекомендации имеют несомненную ценность для науки и практики, что подтверждается содержанием соответствующих актов.

3. Достоверность и новизна полученных результатов

Приведенные в диссертации результаты теоретического исследования, полученные автором при использовании корректно разработанной модели тягового привода маневрового тепловоза ТЭМ7А, в полной мере согласуются с результатами экспериментального исследования, выполненного на станции Лужская Октябрьской ж. д. при роспуске на сортировочной горке грузовых составов различной длины и массы.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

- разработаны алгоритмы управления дизель-генераторной установкой маневрового тепловоза ТЭМ7А, позволяющие по командам систем автоматизации сортировочной станции осуществлять в автоматическом режиме процессы надвига и роспуска составов на сортировочной горке;
- разработана функциональная схема адаптивной системы автоматического управления скоростью движения маневрового тепловоза;
- сформулирована система критериев для оценки качества работы систем автоматического управления скоростью маневрового тепловоза ТЭМ7А при работе на сортировочных горках.

4. Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

- предложенные автором технические решения позволят повысить эффективность маневровых тепловозов при их работе на сортировочной горке и в дальнейшем могут быть использованы при автономном (дистанционном) управлении маневровыми тепловозами при оборудовании соответствующими системами автоматического управления сортировочным процессом;
- разработана математическая модель электропривода маневрового локомотива, позволяющая анализировать и совершенствовать алгоритмы автоматического управления тепловозом;
- выполнено технико-экономическое обоснование использования предлагаемой автором адаптивной системы автоматического управления скоростью маневрового тепловоза ТЭМ7А.

5. Оценка содержания диссертационной работы, её завершенность

Результаты выполненной работы изложены на 154 страницах основного текста. Диссертация содержит 8 приложений, 71 рисунок и 2 таблицы. Список литературы состоит из 105 источников.

Во *введении* обоснована актуальность работы, определены цели и задачи исследования, указана научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. Изложены основные положения диссертации, выносимые на защиту, показана степень достоверности полученных результатов, а также приведены данные об апробации результатов выполненной работы.

В *первом разделе* приведены результаты анализа текущего состояния изучаемого вопроса в исследуемой области знаний, намечены перспективы дальнейшего исследования. Выполненный по теме диссертации анализ публикаций других авторов показал, что эти работы посвящены в основном вопросам автоматического управления (автоведения) магистральных локомотивов, поэтому тематика совершенствования таких систем для маневровых тепловозов в настоящее время является актуальной.

Во *втором разделе* представлена разработанная автором математическая модель электропередачи маневрового тепловоза ТЭМ7А, а также показана предложенная функциональная схема адаптивной системы автоматического управления скоростью локомотива при его работе от системы автоматизации сортировочной станции. Выполнен расчет сопротивления движению поезда при надвиге и роспуске состава через сортировочную горку, в результате выполненного исследования установлено, что количество одновременно отцепляемых вагонов оказывает решающее влияние на изменение силы сопротивления движения от уклона.

В *третьем разделе* приведены результаты решения задачи параметрического синтеза регулятора скорости движения маневрового тепловоза и определены рациональные параметры системы автоматического управления скоростью по критерию оценки качества управления. Установлено, что значения параметров регулятора скорости определяются массой поезда, поэтому для адаптации регулятора в алгоритме его работы необходимо учитывать не только параметры дизель-генераторной установки, но и данные о массе состава, оказывающей существенное влияние на характер переходного процесса.

В *четвертом разделе* представлены описание предлагаемой структуры системы управления тепловоза ТЭМ7А и результаты ее экспериментального исследования. Проводимые в рамках диссертационных исследований испытания тепловоза ТЭМ7А-0543 на станции Лужская Октябрьской ж.д. выполнялись по командам задающей системы автоматизации сортировочной станции MSR32. Результаты экспериментальных исследований подтвердили правильность предложенных автором технических решений, а полученные при этом

опытные данные показали высокую степень сходимости с результатами имитационного моделирования.

В *пятом разделе* приведен расчет экономической эффективности от внедрения предлагаемого технического решения на трех маневровых тепловозах ТЭМ7А на станции Лужская Октябрьской ж.д.

В *заключении* представлены выводы и рекомендации, а также предложения по направлениям дальнейшего развитию диссертационной работы.

В *приложениях* приведены материалы, дополняющие основной раздел диссертации.

6. Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования

Содержание диссертации соответствует заявленной теме исследования. Материал работы изложен грамотно и последовательно, снабжен необходимыми иллюстрациями, каждый раздел имеет обобщающие выводы. К достоинствам диссертации можно отнести актуальность темы исследования, практическую значимость, а также глубину проработки представленного материала.

По содержанию диссертации имеется несколько замечаний:

1. Из материала диссертации не ясно, как выполнен задатчик ускорения (За) и как он реализован на пульте машиниста.
2. Как при роспуске на сортировочной горке задается масса состава ?
3. На какое количество локомотивных бригад выполнен расчет заработной платы и из чего складывается её годовая экономия в 17 млн. рублей ?

7. Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Содержание автореферата и сформулированные в нем выводы полностью соответствуют представленным в диссертации, а также результатам исследований и основным положениям.

8. Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Структура и оформление диссертации и автореферата соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

9. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» 10, 11 и 14.

По п.10: диссертация подготовлена в виде рукописи, написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствуют о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации приведены рекомендации по дальнейшему использованию полученных результатов.

По п.11: основные научные результаты диссертации в достаточной мере отражены в 21 научных работах автора, включая патенты и свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

По п.14: в диссертации имеются ссылки на заимствованные материалы, в списке литературы приведены основные работы по теме диссертации, в том числе опубликованные автором.

10 Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» по п. 9

Диссертация Журавлева Сергея Николаевича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения по разработке адаптивной системы автоматического управления скоростью маневрового тепловоза в режиме горочной работы, имеющие существенное значение для развития страны, что соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней».

Автор диссертации, Журавлев Сергей Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.9.3. «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация».

Официальный оппонент,
Кулинич Юрий Михайлович,
доктор технических наук по специальности
05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы,
профессор кафедры «Транспорт железных дорог»
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Дальневосточный государственный
университет путей сообщения»

« 16 » 09 2024 г.

 Ю.М. Кулинич

