

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования

**«Петербургский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**

Московский пр., д.9, Санкт-Петербург, 190031

Телефон: (812) 457-86-28, факс: (812) 315-26-21

E-mail: [dou@pgups.edu](mailto:dou@pgups.edu), [dou@pgups.ru](mailto:dou@pgups.ru)

<http://www.pgups.ru>

ОКПО 01115840, ОГРН 1027810241502,

ИНН 7812009592/ КПП 783801001

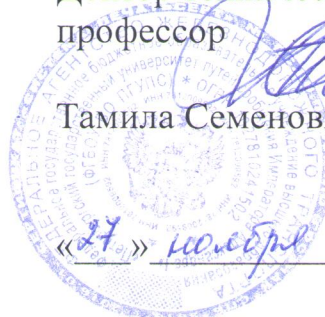
**УТВЕРЖДАЮ**

Первый проректор – проректор по  
научной работе

ФГБОУ ВО ПГУПС

Доктор технических наук,  
профессор

Тамила Семеновна Титова



«27» ноября 2018 г.

№ \_\_\_\_\_  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
Г \_\_\_\_\_  
**Отзыв ведущей организации на  
диссертационную работу**

**ОТЗЫВ**

ведущей организации на диссертацию

Тарасова Алексея Николаевича «Управление асинхронными тяговыми  
электродвигателями тележки локомотива в предельных по сцеплению  
режимах движения», представленную на соискание ученой степени  
кандидата технических наук по специальности  
05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

**Актуальность темы диссертации**

Асинхронные двигатели позволяют улучшить тяговые свойства локомотивов, повысить их надежность и экономичность. Опыт эксплуатации электровозов с асинхронными тяговыми двигателями (2ЭС10, 2ЭС7, ЭП20, ЭВ120) показал возможность реализации более высоких значений силы сцепления колес с рельсами по сравнению с тяговым приводом с двигателями постоянного тока. Выбор структуры тягового привода определяется необходимостью реализации значительных тяговых усилий, что принципиально может быть обеспечено путем индивидуального (поосного) регулирования тяговых двигателей. Однако совместное регулирование нескольких тяговых двигателей при их параллельном подключении к общему инвертору позволяет более компактно разместить оборудование в ограниченных габаритах подвижного состава и снизить стоимость системы преобразования энергии. Качественные показатели асинхронного тягового привода во многом определяются способами управления и реализуемыми алгоритмами, поэтому их совершенствование

применительно к совместному управлению тяговыми асинхронными двигателями с использованием опыта эксплуатации современных образцов отечественных электровозов и тепловозов является актуальным и позволит сочетать меньшие массогабаритные и стоимостные показатели систем преобразования энергии с высокими тяговыми свойствами локомотивов.

### **Структура и содержание работы**

Диссертация, состоит из введения, четырех глав основной части, заключения, списка использованных источников, включающего 121 наименование, и пяти приложений. Основная часть диссертационной работы содержит 60 рисунков и 7 таблиц.

Для достижения поставленной цели автором выполнен анализ и классификация алгоритмов управления тяговым электроприводом (ТЭП) локомотивов в режиме реализации предельных усилий, обосновано применение систем управления, обладающих высокими динамическими качествами, для регулирования тягового электропривода на пределе сцепления; при участии автора в натурных испытаниях получены экспериментальные данные работы ТЭП на гибридном маневрово-вывозном тепловозе ТЭМ9Н с параллельным подключением асинхронных двигателей тележки к общему инвертору и высокодинамичной системой управления. Предложен способ и алгоритмы управления ТЭП при параллельном питании асинхронных тяговых двигателей (АТД) тележки, разработаны математические и компьютерные модели, позволяющие анализировать процессы в электрической и механической подсистемах тягового электропривода при движении на пределе сцепления, выполнен анализ работы гибридного тепловоза ТЭМ9Н с предлагаемыми алгоритмами управления.

Диссертация обладает внутренним логическим единством, содержание и структура работы соответствуют целям и задачам исследования, основные положения, выносимые на защиту, являются новыми.

### **Соответствие содержания диссертации заявленной специальности**

Объектом исследования являются частотно-управляемые электроприводы локомотивов в предельных по сцеплению режимах движения. Выполненные в диссертации исследования по их содержанию и результатам соответствуют областям исследований научной специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы по следующим пунктам:

1. Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, изучение системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем.

3. Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнических комплексов и систем, их оптимизация, а также разработка алгоритмов эффективного управления.

4. Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов и систем в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях.

### **Соответствие автореферата диссертации её содержанию**

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации. В нем отражены основные положения диссертации, приведены выводы и результаты исследования.

### **Личный вклад соискателя в получение результатов исследования**

Автором выполнен анализ и предложена классификация алгоритмов управления электроприводов в режиме реализации предельных значений сил тяги и торможения; разработаны алгоритмы функционирования привода; при участии автора получены экспериментальные данные режимов тяги электропривода тепловоза ТЭМ9Н.

Автором диссертации разработаны упрощенные модели механической части электропривода тепловоза для анализа динамики работы совместно регулируемых асинхронных двигателей при различных условиях сцепления; предложена методика определения резонансных частот тяговой передачи с использованием модели механической подсистемы тепловоза, выполненной с высокой степенью детализации в программном комплексе «Универсальный механизм»; разработаны комплексные модели ТЭП; на основе моделирования исследована работа тягового электропривода тепловоза ТЭМ9Н в различных режимах движения при варьировании потенциального коэффициента сцепления, оценено влияние разброса значений активных сопротивлений обмоток статоров и роторов параллельно работающих АД на функционирование системы управления.

### **Степень достоверности результатов исследований**

Достоверность полученных результатов обеспечивается корректностью принятых допущений и постановки задач и подтверждается удовлетворительной сходимостью результатов моделирования с

результатами экспериментальных исследований тяговых режимов электропривода тепловоза ТЭМ9Н.

### **Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов**

Теоретическая и практическая значимость полученных автором диссертации результатов заключается в следующем:

- предложен новый способ управления ТЭП с реализацией предельных по условию сцепления сил тяги и торможения асинхронных тяговых двигателей, работающих параллельно от одного инвертора;

- разработан алгоритм работы системы управления гибридного маневрового тепловоза при совместном управлении АТД тележки на пределе по сцеплению;

- разработаны математические и компьютерные модели для анализа алгоритмов функционирования ТЭП локомотива с совместным регулированием АТД тележки в предельных по сцеплению режимах движения;

- предложена методика определения резонансных частот системы с учётом нелинейностей механической части ТЭП на основе модельных экспериментов;

- исследованы процессы в тяговом электроприводе при изменении потенциального коэффициента сцепления в диапазоне от 0,4 до 0,1 и разбросе параметров параллельно работающих АТД до 15%.

Результаты работы использованы Людиновским тепловозостроительным заводом при разработке тепловозов нового поколения. Модели и программы внедрены в учебный процесс.

### **Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

1. Предложенный способ и алгоритмы управления асинхронными тяговыми электродвигателями тележки локомотива, позволяющие обеспечить реализацию потенциальных условий сцепления не менее чем на 90 % в предельных по сцеплению режимах движения, рекомендуется использовать на маневровых тепловозах с групповым питанием АТД тележки от одного инвертора.

2. Разработанные комплексные электромеханические модели ТЭП целесообразно использовать для дальнейшего совершенствования систем управления ТЭП локомотивов на базе применения модальных регуляторов и экстремального регулирования тяговых и тормозных усилий.

3. Предложенную экспериментальную методику определения резонансных частот механической части ТЭП локомотива рекомендуется реализовать программно в комплексе «Универсальный механизм» как один из видов анализа.

### **Новизна полученных результатов**

Новизна заключается в следующем:

- разработан способ управления и алгоритм функционирования тягового привода тепловоза при совместном управлении двигателями тележки на пределе по сцеплению;

- созданы математические и комплексные компьютерные модели тягового электропривода гибридного маневрового тепловоза, позволяющие анализировать предельные по сцеплению тяговые и тормозные усилия при параллельном подключении асинхронных двигателей тележки к статическому преобразователю;

- анализ функционирования ТЭП выявил, что существенная неравномерность вертикальных нагрузок осей локомотива в предельных по сцеплению режимах тяги и торможения, ведущая к неполному использованию потенциальных условий сцепления при совместном регулировании АТД, частично компенсируется за счёт неравномерной токовой нагрузки двигателей, что позволяет обеспечить реализацию потенциальных условий сцепления не менее чем на 90 %.

### **Замечания по содержанию диссертационной работы**

В качестве замечаний можно указать следующее:

1. В разделе 1 приведено много известного материала (стр. 10-19); в тексте диссертации встречаются неудачные выражения (например, "буксующие двигатели" и т.п.).

2. Не обосновано появление множителя  $(\mu + 1)$  в формуле (3.8).

3. Не указано о какой из основных форм колебаний при срыве сцепления (стр. 80, 3 абзац снизу) идет речь.

4. Вывод 3 раздела 3 представляется тривиальным и может быть исключен.

5. Не приведены результаты моделирования, на основе которых получена разница в вертикальных нагрузках первой и второй осей тепловоза, составляющая 10,8 т.

6. В диссертации не отражено, что дает знание резонансных частот механической части (вывод 5 раздел 3).

Имеющиеся замечания не снижают теоретической и практической значимости работы.

### **Заключение о соответствии диссертации требованиям Положения о присуждении учёных степеней**

Диссертация Тарасова Алексея Николаевича соответствует требованиям п. 10 Положения о присуждении учёных степеней (утверждено постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г.), является законченной научно-квалификационной работой, написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые на публичную защиту, что свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

В диссертации Тарасова А.Н. изложены научно-обоснованные технические решения по совершенствованию системы и алгоритмов управления тяговым электроприводом локомотивов с асинхронными двигателями, что имеет существенное значение для железнодорожного транспорта России. Таким образом, диссертация соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Диссертация рассмотрена на заседании кафедры «Электрическая тяга» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I» 27 ноября 2018 г. протокол №4.

Результаты открытого голосования о принятии данного решения: «за» – 13 голосов, «против» – 0, «воздержались» – 0 голосов.

**Евстафьев Андрей Михайлович**, кандидат технических наук по специальности 05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация; доцент, заведующий кафедрой «Электрическая тяга» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I»; почтовый адрес: 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9; телефон: (812) 457-85-36; адрес электронной почты: evstam@mail.ru

Подпись

Дата «27» ноября 2018 г.  Евстафьев А.М.

**Мазнев Александр Сергеевич**, доктор технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы; профессор кафедры «Электрическая тяга» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I»; почтовый адрес: 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9; телефон: (812) 457-85-36

Подпись

Дата «17» ноября 2018 г. А.С. Мазнев Мазнев А.С.

**Никитин Виктор Валерьевич**, доктор технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы; доцент, профессор кафедры «Электрическая тяга» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I»; почтовый адрес: 190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9; телефон: (812) 457-85-36;

Подпись

Дата «17» ноября 2018 г. В.В. Никитин Никитин В.В.

