

**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, dou@pgups.ru  
http://www.pgups.ru  
ОКПО 01115840, ОГРН 1027810241502,  
ИНН 7812009592/ КПП 783801001

**УТВЕРЖДАЮ**  
Первый проректор –  
проректор по научной работе,  
доктор технических наук, профессор

Титова Т.С.

«05» \_\_\_\_\_ 2018 г.



На № \_\_\_\_\_  
Г \_\_\_\_\_

№ \_\_\_\_\_  
от \_\_\_\_\_  
Г \_\_\_\_\_

### **ОТЗЫВ**

**ведущей организации – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I» на диссертацию Бондаренко Дениса Андреевича «Автоматическая система управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы**

#### **Актуальность темы исследования**

В настоящее время при создании современных тепловозов с электрической передачей наметилась тенденция использовать тяговый асинхронный двигатель. Применение тяговых асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором, обладающих рядом известных преимуществ по сравнению с тяговыми двигателями постоянного тока, способствует повышению надежности и экономичности тепловозов, улучшает их тяговые качества. Вместе с тем неисправная работа, либо выход из строя двигателя приводит не только к его ремонту или замене, но и к значительным

финансовым расходам в связи с неопределенным временем простоя тепловоза. При этом существенное число неисправностей двигателей прямым или косвенным образом связано с повышенным нагревом его элементов. Актуальность темы исследования заключается в разработке автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза, содержащей частотно-управляемый электропривод вентилятора охлаждения как исполнительное устройство для плавного управления температурой в широком диапазоне.

### **Оценка структуры и содержания работы**

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и шести приложений. В названии диссертации отражены предмет и тема исследования. Диссертация имеет внутреннее единство и стилистическую целостность. В диссертации обоснована актуальность работы, поставлены цели и задачи исследования, сформулированы научная новизна, практическая и теоретическая значимость работы, полученные в результате проведенных исследований выводы имеют научную новизну и практическую полезность.

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

Диссертация соответствует научной специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы. Проводимое в работе исследование автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза соответствует содержанию специальности. Объектом исследования данной работы являются асинхронный тяговый двигатель и частотно управляемый электропривод вентилятора охлаждения, которые также являются объектом заявленной специальности. Содержание диссертации соответствует пункту 2 области исследования специальности - обоснование совокупности технических, технологических, экономических, экологических и социальных критериев оценки принимаемых решений в области проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов и систем, а также

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

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

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

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

Автором разработана математическая модель теплового состояния тягового асинхронного двигателя в стационарном и нестационарном режимах; исследованы статические и динамические свойства тягового асинхронного двигателя как объекта управления температурой и частотно-управляемого электропривода вентилятора охлаждения как исполнительного устройства; разработана и исследована автоматическая система управления температурой тягового асинхронного двигателя, в которой применен частотно-управляемый электропривод вентилятора охлаждения как исполнительное устройство; выполнен параметрический синтез регулятора температуры, входящего в состав автоматической системы управления температурой для обеспечения заданных запасов устойчивости и значений критериев качества переходного процесса. Разработан и изготовлен стенд, содержащий физическую модель тягового асинхронного двигателя и систему его охлаждения для проведения экспериментальных исследований процессов нагревания и охлаждения.

### **Степень достоверности результатов исследования**

Достоверность результатов, полученных в работе, подтверждается удовлетворительной сходимостью результатов экспериментальных испытаний, проведенных на разработанном стенде физического моделирования с численным решением уравнений, описывающих работу этого стенда. Результаты теоретического исследования времени переходного

процесса во всех выделенных элементах тягового асинхронного двигателя стенда физического моделирования, а также определения установившегося значения температуры в этих узлах имеют хорошую сходимость с экспериментальными данными, полученными на этом стенде.

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

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

– разработаны математические модели всех звеньев, входящих в автоматическую систему управления температурой тягового асинхронного двигателя, включая модель теплового состояния двигателя, позволяющую исследовать распределение температуры в 53 узлах в различных режимах работы;

– разработан регулятор с астатизмом второго порядка и звеньями обратной связи, применение которого позволяет плавно управлять температурой двигателя в широком диапазоне с достаточно стабильными значениями показателей качества управления;

– разработан физический стенд, на базе которого возможно проводить широкий спектр экспериментальных исследований температурных режимов двигателя.

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

В диссертации на основе технико-экономического расчета обоснована целесообразность применения автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя. Установлено, что при среднем удельном расходе топлива  $0,208 \text{ кг/кВт}\cdot\text{ч}$  экономия топлива в случае применения электропривода с частотно-управляемым асинхронным двигателем составит  $11300 \text{ кг}$  в год на систему охлаждения тяговых электродвигателей по сравнению с релейной системой управления.

### **Новизна полученных результатов**

Новизна полученных результатов заключается в следующем:

- разработана математическая модель автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя, описывающая работу всех звеньев, входящих в её состав;
- решена задача синтеза комбинированного автоматического регулятора управления температурой с астатизмом второго порядка и звеньями обратной связи для линеаризованной модели автоматической системы управления;
- разработан ПИ-регулятор с настройкой на технический оптимум;
- выполнены расчёты переходных процессов с двумя указанными типами регуляторов для линеаризованной и нелинейной моделей автоматической системы управления и показаны преимущества комбинированного автоматического регулятора;
- разработан и изготовлен стенд, содержащий физическую модель тягового асинхронного двигателя и систему его охлаждения.

#### **Замечания по диссертационной работе**

По работе имеются следующие замечания:

- не рассмотрена возможность оптимизации полученных значений параметров регуляторов;
- не проведена апробация работы предложенной системы автоматического управления на натурном объекте.

#### **Заключение по диссертации о соответствии её требованиям**

##### **«Положения о порядке присуждения ученых степеней»**

Диссертация Бондаренко Дениса Андреевича на соискание ученой степени кандидата технических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи исследования автоматической системы управления температурой тягового асинхронного двигателя тепловоза, имеющей существенное значение для развития железнодорожного транспорта страны, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней».

Диссертация 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. Диссертация носит прикладной характер, предложенные в ней решения необходимы для разработки устройств, повышающих надежность и долговечность тяговых асинхронных двигателей тепловозов. Эти решения аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями, что соответствует требованиям п. 10 «Положения о присуждении ученых степеней».

Вышеизложенное дает достаточно оснований для присуждения Бондаренко Денису Андреевичу ученой 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» «05» июля 2018 г., протокол №12.

**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](mailto:evstam@mail.ru)

**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;

адрес электронной почты: [elt@pgups.ru](mailto:elt@pgups.ru)

Подпись

Дата «05» июля 2018 г.



Евстафьев А.М.

Подпись

Дата «05» июля 2018 г.



Никитин В.В.

Подпись руки	<i>Евстафьева А.М.</i>
	<i>Никитина В.В.</i>
удостоверяю.	
Документ выдан отделом кадров сотрудников	<i>А.И. Карелин</i>
« 05 »	04 2018 г.

