

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора кафедры
«Электроснабжение железнодорожного транспорта»

ФГБОУ ВО ОмГУПС Смердина Александра Николаевича

на диссертационную работу Пуховой Анастасии Игоревны на тему
«Повышение эффективности работы ЛЭП на основе комплексной модели
нагрузочной способности провода», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности
2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки)

1. Актуальность темы исследования

Основные направления развития энергетического комплекса страны на ближайшую перспективу закреплены в Энергетической стратегии. В 2020 году вступила в действие новая редакция Энергетической стратегии Российской Федерации с горизонтом планирования до 2035 года, где энергоэффективность обозначена как ключевой приоритет отрасли. В контексте развития электросетевого хозяйства важнейшим критерием эффективности выступает пропускная способность - предельная величина передаваемой мощности, определяемая технико-эксплуатационными ограничениями оборудования.

Нормативная база обязывает владельцев энергооборудования передавать в диспетчерские службы данные по аварийно-допустимым токовым нагрузкам (АДТН) для ключевых элементов сети, включая воздушные и кабельные линии электропередачи, с временными интервалами до 10 секунд, 1 и 20 минут. При этом существующие методические документы не содержат алгоритмов расчета допустимых токовых нагрузок для всех требуемых временных диапазонов.

Таким образом разработка математического аппарата, способного оперативно и точно рассчитывать допустимые токовые нагрузки с учетом актуальных параметров окружающей среды и текущего состояния электрической сети является весьма актуальной.

Представленная работа «Повышение эффективности работы ЛЭП на основе комплексной модели нагрузочной способности провода» посвященная оптимизации работы ЛЭП с помощью комплексной модели, учитывающей время действия токов, климатические условия, а также ограничения по механической прочности и допустимым габаритам является весьма актуальной.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается и подтверждается:

- корректно принятыми допущениями при моделировании и расчетах и подтверждается согласованностью полученных данных с результатами практического использования разработанной модели;

- использованием инструментария теории моделирования сложных процессов, теории тепловых процессов;

- комплексным исследованием широкого спектра научных источников, содержащих разработки как российских, так и зарубежных ученых в данной области;

- практическим подтверждением результатов, выраженным в успешном внедрении и апробации разработок диссертационного исследования.

Достоверность научных результатов и выводов диссертационной работы также обусловлена непротиворечивостью результатов, полученных при проведении теоретических исследований и имеющихся данных, полученных при опытной эксплуатации результатов исследования, а также в работах, опубликованных ранее по данной тематике.

3. Научная новизна и достоверность полученных результатов

Разработан комплексный метод решения дифференциального уравнения теплового баланса для нестационарного теплового режима неизолированных проводов, включающий в себя аналитическое описание механической прочности провода и изменение стрелы провеса в пределах габарита ЛЭП, что способствует повышению безопасности и надежности эксплуатации воздушных линий.

Создана комплексная математическая модель для расчета температуры проводов с определением критических токовых нагрузок различной длительности. Модель учитывает влияние климатических факторов, что позволяет оптимизировать режимы работы ЛЭП и увеличить их пропускную способность без модернизации инфраструктуры.

Предложен алгоритм расчета допустимой токовой нагрузки, интегрирующий требования к механической прочности проводов и допустимому габариту ЛЭП. Алгоритм обеспечивает точное определение критических нагрузочных режимов, что способствует повышению

эффективности управления передачей энергии при предотвращении аварийных ситуаций.

В совокупности представленные методы и алгоритмы формируют научно-методическую основу для повышения эксплуатационной надежности и энергоэффективности воздушных линий электропередачи.

4. Теоретическая значимость и практическая ценность полученных результатов и выводов

Теоретическая значимость заключается в повышении точности моделирования энергосистем, благодаря более полному учету тепловых режимов эксплуатации линий электропередачи. Результаты экспериментального определения параметров уравнения теплового баланса позволяют добиваться сходимости измеренных значений и расчетных данных с ошибкой не более 5%.

Практическая ценность полученных результатов диссертации заключается в разработанном испытательном стенде для исследования тепловых процессов в проводах ЛЭП с автоматизированным контролем температуры провода, окружающей среды и тока нагрузки. Стенд обеспечивает обработку и оцифровку сигналов датчиков, повышая точность экспериментальных данных для верификации математических моделей.

Создано специализированное программное обеспечение для автоматизации расчётов и анализа режимов работы электросетей, включая критические условия эксплуатации. Разработана база данных критических токовых нагрузок проводов, содержащая значения длительно и аварийно допустимых токов. Это позволяет энергокомпаниям оптимизировать управление нагрузками и повысить безопасность эксплуатации сетей. Комплекс разработанных решений (стенд, программное обеспечение и база данных) формирует инструментальную базу для моделирования и оптимизации работы воздушных ЛЭП.

5. Объем и содержание диссертационной работы

Диссертация и автореферат по структуре и правилам оформления соответствуют требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Оформление списка использованных источников в виде библиографических ссылок соответствует п. 5.6 ГОСТ Р 7.0.11-2011. Оформление библиографического списка в автореферате соответствует п. 9.3

ГОСТ Р 7.0.11-2011 и ГОСТ 7.1-2003. Материал диссертационной работы изложен ясно и логично, основные выводы и положения по каждой главе и всей работе, в целом, аргументированы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации и отражает основные положения, выносимые на защиту.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений. Работа представлена на 169 страницах, содержит 114 страниц основного текста, 30 рисунков, 13 таблиц, 3 приложения, 121 наименование библиографического списка, включая 25 наименований иностранных источников. Диссертация раскрывает ключевые аспекты заявленной темы и отвечает требованию внутренней целостности, что подтверждается последовательным достижением целей исследования.

6. Реализация результатов диссертационного исследования

Практическая значимость исследования подтверждается получением свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ, свидетельства о регистрации базы данных, патента на полезную модель, а также внедрением результатов на предприятиях.

Результаты и выводы диссертации рекомендуются использовать:

- в сетевых распределительных предприятиях для оптимизации работы существующих сетей, а также для планирования строительства новых линий;

- в дирекциях по энергообеспечению СП Трансэнерго – ОАО «РЖД» для оптимизации планирования систем тягового электроснабжения;

- в учебном процессе ВУЗов при подготовке специалистов по электротехнике и электроэнергетике, а также в системе повышения квалификации и переподготовки специалистов.

7. Апробация работы

Диссертация имеет достаточную степень апробации. Основные научные результаты и выводы работы заслушаны и одобрены на заседаниях и научно-технических семинарах кафедры «Системы электроснабжения» ДВГУПС и получили одобрение на международных, всероссийских и региональных конференциях и конкурсах.

8. Публикации

Основное содержание диссертации изложено в 15 печатных работах, из которых 6 статей с основными научными результатами опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 3 объекта интеллектуальной собственности.

Автореферат достаточно полно отражает основные положения диссертационной работы.

9. Замечания по диссертационной работе

9.1. В первой главе автор недостаточно полно раскрыл возможность распространения подходов к оценке изменения пропускной способности линий электропередачи, используемых в Объединенной энергосистеме Востока на прочие энергетические комплексы страны.

9.2. Требуется пояснения, почему увеличение теплоёмкости (стр. 32) приводит к изменению установившейся температуры провода.

9.3. Приведенные на странице 37 расчетные выражения 2.12 и 2.13 имеют одинаковые обозначения температурных параметров, при этом различные шкалы отсчёта (К и °С). Данное обстоятельство затрудняет восприятие последующих выражений и результатов расчетов.

9.4. По итогу второго раздела было бы уместно привести алгоритм расчетов в виде блок-схемы, а также пример его использования.

9.5. При выполнении экспериментальных исследований (третий раздел) следовало бы провести анализ причин расхождения результатов теоретических расчетов и получаемых экспериментально данных. Как проводилась оценка значимости неучтенных факторов?

9.6. По итогу внесения уточняющих поправок в расчетные методики автору было бы целесообразно подготовить предложения для внесения изменений в нормативные документы, регламентирующие эксплуатацию линий электропередачи.

9.7. Текст диссертации не свободен от опечаток, присутствует излишнее количество техницизмов, что несколько затрудняет восприятие информации.

Однако, имеющиеся по работе замечания не носят принципиального характера и не снижают общей положительной оценки проделанных исследований и полученных при этом результатов, ее научной новизны, значимости и достоверности.

Работа представляет собой новое научно-техническое решение актуальной задачи и имеет существенное значение для отрасли и страны.

10. Заключение

Представленная А. И. Пуховой диссертация «Повышение эффективности работы ЛЭП на основе комплексной модели нагрузочной способности провода» соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Пухова А. И. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки).

Является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором на высоком научном уровне и соответствует пункту 9 Положения о присуждении ученых степеней;

– работа автора подготовлена самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, свидетельствуют о личном вкладе автора в науку, что соответствует требованиям пункта 10 Положения о присуждении ученых степеней;

– предложенные автором методики расчетов, модели и технические решения достаточно аргументированы и имеют отличия от аналогичных решений, представленных другими авторами. Основные научные результаты диссертации достаточно полно изложены, количество публикаций в журналах, вошедших в Перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, соответствует установленным требованиям.

Основные тезисы работы докладывались соискателем на международных научно-практических симпозиумах и конференциях, что соответствует требованиям п. 11, 12 и 13 Положения о присуждении ученых степеней, Пуховой А.И. опубликовано 15 работ, в том числе шесть работ, опубликованных в научных изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК РФ;

– в своей научной работе соискатель надлежащим образом ссылается на авторов и источники заимствования материалов, а также использует результаты научных работ, выполненных лично и в соавторстве, что соответствует требованиям п. 14 Положения о присуждении ученых степеней.

В целом, оппонируемая диссертация является законченной научно-квалификационной работой, полученные результаты исследования достоверны, имеют научную новизну и практическое значение для развития железнодорожного транспорта страны, а её автор, Пухова Анастасия Игоревна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы (технические науки).

Официальный оппонент
Гражданин РФ, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электроснабжение железнодорожного транспорта» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения»


Смердин
Александр
Николаевич

«10» июня 2025 г.

Смердин Александр Николаевич
Доктор технических наук по специальности 2.9.3. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения»
644046, Россия, г. Омск, пр. Карла Маркса, 35
Тел. 8(904)5884048
E-mail: alexandr.smerdin@omgups.com

Подпись А. Н. Смердина заверяю:

Начальник УКДиПО

«10» июня 2025 г.


О. Н. Попова

Я, Смердин Александр Николаевич, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации Пуховой Анастасии Игоревны, и их дальнейшую обработку.

«10» июня 2025 г.


А.Н. Смердин