

ОТЗЫВ

официального оппонента 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

В настоящее время как в России, так и в мире наблюдается рост потребления электроэнергии. Данная ситуация приводит к возникновению дефицита как в генерации, так и в пропускной способности сетевой инфраструктуры. Решение этих проблем через модернизацию, новое строительство или оптимизацию энергосистем требует значительных инвестиционных затрат и продолжительных сроков реализации. Особую сложность представляет обеспечение бесперебойного электроснабжения в периоды ремонтных работ, когда возникает необходимость перераспределения нагрузок на действующие линии, что создает риск их перегрузки.

Важно отметить, что превышение допустимых значений передаваемой мощности может стать причиной масштабных аварий в энергосистеме. В целях решения этих задач осуществляется постоянное совершенствование нормативно-правовой базы. В частности, действующие приказы Минэнерго России № 340 от 23.07.2012 и № 102 от 13.02.2019 обязывают собственников энергооборудования предоставлять системному оператору данные по аварийно-допустимым токовым нагрузкам (АДТН) для ключевых элементов сети, включая воздушные и кабельные линии, с временными интервалами 10 секунд, 1 минута и 20 минут.

Однако следует констатировать отсутствие утвержденных методик расчета всех требуемых параметров. Существующие нормативные докумен-

ты позволяют определять лишь длительные токовые нагрузки (до 20 минут), не предоставляя инструментария для оценки кратковременных перегрузок (до 1 минуты и 10 секунд), что создает существенный пробел в нормативном регулировании.

В этой связи выбранная соискателем Пуховой А.И. тема исследования, повышение эффективности работы ЛЭП за счёт создания комплексной модели нагрузочной способности провода с учётом времени действия токовых нагрузок, с целью повышения пропускной способности сетей электроснабжения, является актуальной.

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

Научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертации, имеют достаточное обоснование, поскольку при решении поставленных задач были комплексно применены методы математического моделирования и данные натурных экспериментов, а также проведён анализ и обобщение предыдущих исследований в данной области.

Для решения поставленных задач использовались теория теплопередачи, элементы теории электрических цепей, численные методы решения дифференциальных уравнений. Моделирование тепловых процессов в проводе проводилось на экспериментальном стенде. В работе были применены следующие программные продукты: Mathcad, Microsoft Excel, LabView, 1С: Предприятие.

Автор излагает материал логически последовательно и приводит достаточные основания для выводов, сформулированных по разделам, и для заключения по диссертации в целом.

3. Научная новизна и достоверность полученных результатов

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке алгоритма расчета допустимых токовых нагрузок в проводах ЛЭП. Автором разработаны:

- комплексный аналитический метод решения дифференциального уравнения теплового баланса нестационарного теплового режима для неизолированных проводов;
- комплексная модель расчёта температуры проводов с определением критических токовых нагрузок воздушных линий электропередачи разной длительности с учетом климатических факторов;
- алгоритм расчёта допустимой токовой нагрузки с учётом механической прочности провода и допустимого габарита.

Достоверность выносимых на защиту научных положений и выводов диссертационной работы подтверждаются высокой сходимостью полученных результатов математического моделирования с данными, полученными по результатам измерений на испытательном стенде, разработанным соискателем.

4. Теоретическая и практическая ценность полученных результатов и выводов

1. Создан испытательный стенд для изучения тепловых процессов в проводе с автоматизированным контролем температуры окружающего воздуха, температуры провода и задаваемого тока, с обработкой, синхронизацией и цифровизацией аналоговых сигналов с датчиков, позволяющий повысить точность результатов экспериментов, влияющих на достоверность параметров математической модели.

2. Разработан программный продукт для автоматизации расчетов, позволяющий оценить различные режимы работы электрической сети при различных условиях эксплуатации.

3. Создана база данных критических токовых значений проводов воздушных линий электропередачи, позволяющая владельцам электрических сетей передавать значения длительно допустимых и аварийно-допустимых нагрузок для эксплуатируемых объектов.

5. Объем и содержание диссертационной работы

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.

Работа охватывает главные проблемы выбранной темы и демонстрирует внутреннюю согласованность, что подтверждается последовательным решением задач исследования.

Диссертация оформлена в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления».

6. Реализация результатов диссертационного исследования

Практическая значимость исследования подтверждается получением свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ «№ 2021664633 Российская Федерация. Расчет аварийно-допустимых токов проводов линий электропередачи по условию сохранения механической прочности и габарита», свидетельства о государственной регистрации базы данных «№ 2024622326 Российская Федерация. База данных критических токовых значений проводов и тросов контактной сети и воздушных линий

электропередачи», а также патент на полезную модель «№ RU 226150 U1 Российская Федерация. Испытательный стенд для токопроводящих элементов контактной подвески и линий электропередачи».

7. Апробация работы

Основные положения и результаты исследования докладывались и обсуждались на III Международный научно-образовательный форум "Хэйлунцзян-Приамурье", Биробиджан, 2019. Конкурс студенческих научных работ в области инноваций и технического творчества научно-исследовательской программы XXV Юбилейного Хабаровского краевого открытого фестиваля «Студенческая весна – 2019» Хабаровск, 2019. Молодёжный конкурс инновационных проектов, Хабаровск, 2019 г. Всероссийская научно-практическая конференция творческой молодёжи с международным участием «Научно-техническое и социально-экономическое развитие транспорта и промышленности стран АТР» Хабаровск, 2022 ; XXV Краевой конкурс молодых ученых и аспирантов, Хабаровск, 2023 ; «Производственные технологии будущего: от создания к внедрению», КнАГУ, г. Комсомольск-на-Амуре.

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 в полной мере отражает научные результаты диссертации, отвечая установленным критериям.

9. Замечания по диссертационной работе

1. В главе 1 на рисунках 1.1 и 1.2 приводятся прогнозы описываемые СиПР ЕЭС России. На сколько они являются объективными по мнению автора?

2. Из текста диссертации не совсем ясно, чем, по мнению автора, регламентируются допустимые токовые нагрузки проводов?

3. На стр. 41, говорится о необходимости учета влияния ветра при проектировании мат модели, однако его очень тяжело учесть из-за «слабой оснащённости метеостанциями и сложного рельефа», то есть для использования данного метода потребуется дооснащение метеостанций? Какие возможные экономические издержки стоит учитывать в таком случае?

4. В главе 3, на стр. 66 автор отмечает, что с ростом температуры увеличивается сопротивление, что влечет за собой снижение тока. За счет чего тогда уровень тока оставался неизменным при эксперименте?

5. В главе 4, стр. 98 не понятно, что подразумевается под накладными расходами? Чем они определяются?

10. Заключение

Диссертационная работа Пуховой Анастасии Игоревны на тему «Повышение эффективности работы ЛЭП на основе комплексной модели нагрузочной способности провода» соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, установленным «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 года:

– п.9 – диссертация Пуховой Анастасии Игоревны, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные методические, технические и технологические решения, что

свидетельствует о значимости работы соискателя для развития электротехнического комплекса;

– п.10 – диссертационная работа представлена в виде рукописи, созданной автором лично, отличается целостностью содержания и включает новые научные положения, выносимые на защиту, что свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В диссертации приводятся информация о внедрении полученных научных результатов в производственную деятельность;

– п.11 – основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты на соискание ученой степени кандидата наук;

– п.13 – Пуховой А.И. опубликовано 15 работ, в том числе 6 работ, опубликованных в научных изданиях, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий;

– п.14 – соискатель ссылается на авторов и источники заимствования материалов и результаты, полученные другими авторами. В диссертации отмечено использование результатов научных работ, выполненных соискателем ученой степени лично и (или) в соавторстве.

В диссертационной работе Пуховой Анастасии Игоревны отсутствуют некорректные данные об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Материалы диссертации в полной мере изложены в работах, опубликованных соискателем ученой степени.

Оппонируемая диссертационная работа Пуховой А.И. на тему «Повышение эффективности работы ЛЭП на основе комплексной модели нагрузочной способности провода» является законченной научно-квалификационной

работой, в которой содержатся научно-обоснованные технические решения, направленные на повышение эффективности работы ЛЭП.

По актуальности темы, объему и содержанию теоретических и экспериментальных исследований данная работа соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, а её автор, Пухова Анастасия Игоревна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.2. «Повышение эффективности работы ЛЭП на основе комплексной модели нагрузочной способности провода» (технические науки).

Официальный оппонент

Гражданин РФ, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Электроснабжение транспорта» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения»

Ковалев Алексей Анатольевич

«11» 06 2025 г.

Ковалев Алексей Анатольевич – кандидат технических наук по специальности 05.22.07. Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный университет путей сообщения»

620034, Россия, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова, д. 66

тел. +7-982-750-55-72

e-mail: kovalev_alex@mail.ru

Я, Ковалев Алексей Анатольевич, даю согласие на включение своих персональных данных, содержащихся в настоящем отзыве, в документы, связанные с защитой диссертации **Пуховой Анастасии Игоревны**, и их дальнейшую обработку.

Ковалев Алексей Анатольевич

«11» 06 2025 г.

Специалист по кадрам *М.А. Кондашкина* 8