

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Сухорукова Сергея Ивановича  
«Автоматизированная система удаления льда с проводов ЛЭП»,  
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук  
по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы

### 1. Актуальность темы диссертации

Проблема борьбы с обледенением проводов воздушных линий электропередач (ВЛ) общеизвестна и особенно актуальна в регионах с высокой влажностью и низкими температурами, так как высокая влажность, ветры, резкие перепады температуры воздуха способствуют интенсивному гололёдообразованию на проводах воздушных линий. Гололёдообразование на ВЛ может приводить к тяжёлым последствиям: разрушение опор, проводов, тросов, гирлянд изоляторов, арматуры, в тяжёлых случаях повреждаются многие линии на большой территории. Для восстановления электроснабжения требуется значительное время, капитальные вложения, материальные ресурсы и трудозатраты, зачастую велик ущерб от аварийного недоотпуска электроэнергии в отраслях народного хозяйства и коммунально-бытовой сфере.

На сегодняшний день плавка гололёда на проводах и тросах ВЛ является наиболее массовым средством предотвращения гололёдных аварий. Для организации плавки гололёда в различных странах применяются как установки, основанные на использовании переменного тока, так и системы плавки постоянным током. Однако, несмотря на свою широкую распространённость, данный способ борьбы с гололёдообразованием на проводах ВЛ не лишен ряда существенных недостатков: необходимости длительного отключения линии для проведения плавки и высокого расхода электроэнергии.

На основании проведенного анализа недостатков существующих средств борьбы с гололёдом на проводах ВЛ Сухоруковым С. И. был предложен и разработан новый способ удаления гололёда на проводах воздушных линий электропередачи, использующий комбинированное электродинамическое воздействие. Проведенные автором исследования доказывают, что реализация данного способа позволяет снизить энергозатраты на проведение очистки проводов и сократить время проведения очистки.

Учитывая всё вышеизложенное, тема диссертации является актуальной как в теоретическом, так и в практическом отношении.

## **2. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Основные положения, выводы и рекомендации диссертации получены в результате корректного применения методов теории электротехники, теории дифференциальных уравнений, теории механических колебаний, аппарата нечеткой логики и методов численного математического моделирования. Автором проведено экспериментальное исследование предложенного электродинамического способа удаления гололёда с проводов ВЛ на физической модели, подтвердившее адекватность теоретических расчетов и математических моделей.

Достоверность полученных соискателем результатов и обоснованность выводов обеспечивается использованием современных средств и методик проведения исследований, а также тщательным анализом известных научных работ по предмету исследования. Численные эксперименты выполнены с использованием широко распространённых программных продуктов.

## **3. Научная новизна полученных результатов**

Научная новизна и значимость для науки диссертационной работы состоит в том, что:

– разработан новый способ удаления гололёда с проводов ВЛ, основанный на комбинированном электродинамическом воздействии на ледяной покров и позволяющий резко сократить время проведения очистки и затраты энергии на очистку;

– разработаны математические описания и математические модели процессов, происходящих при удалении гололёда электродинамическим способом, с учетом как чисто механических факторов, так и с учётом комбинированного воздействия;

– разработан модуль прогнозирования гололёдообразования с элементами искусственного интеллекта, позволяющий определять тип образующегося при данных погодных условиях льда, интенсивность его образования и общую массу образовавшегося льда, а также учитывающий изменяющиеся в процессе параметры линии.

## **4. Практическая значимость полученных автором диссертации научных результатов**

Оригинальность предложенных в диссертации новых локальных устройств для удаления гололёда с проводов ВЛ подтверждена 10 патентами на изобретение.



Результаты диссертационной работы внедрены в виде технической документации и методик проектирования в ООО «Распределительные электрические сети», в виде программно-аппаратного модуля прогнозирования гололёдообразования в МУП «Электросеть». О внедрении материалов работы на указанных предприятиях имеются соответствующие акты.

## **5. Соответствие диссертации критериям Положения о присуждении ученых степеней**

Тема и содержание диссертации Сухорукова С. И. соответствует следующим пунктам паспорта специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы:

– к п. 1 «Развитие общей теории электротехнических комплексов и систем, изучение системных свойств и связей, физическое, математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем» относятся математическая модель процесса удаления льда при использовании предложенного электродинамического способа, математическая модель процесса колебания провода под действием периодической вынуждающей нагрузки;

– к п. 3 «Разработка, структурный и параметрический синтез электротехнических комплексов и систем, их оптимизация, а также разработка алгоритмов эффективного управления» относятся разработанные локальные устройства для удаления гололёда с проводов ВЛ и алгоритм управления автоматизированной системой удаления льда с проводов воздушных линий электропередачи;

– к п. 4 «Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов и систем в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях» относятся результаты экспериментальных исследований предложенного электродинамического способа удаления гололёда с проводов ВЛ с изменением параметров объекта и параметров возмущающего воздействия.

Результаты диссертационной работы отражены в 29 печатных работах. Основные научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, опубликованы в 4 рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК.

Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством и содержит новые научные результаты и положения, свидетельствующие о личном вкладе автора диссертации в науку. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Анализ текста диссертации не выявил заимствований материалов или отдельных результатов без указания ссылок на автора или источник информации.

Отмеченное выше позволяет сделать вывод о том, что диссертация Сухорукова С. И. полностью соответствует критериям, предъявляемым Положением о присуждении учёных степеней к кандидатским диссертациям.

### **6. Замечания по диссертационной работе**

1. В таблице 2 не указаны погодные условия и толщина стенки гололёдной муфты, для которых приведены «ориентировочные величины токов плавки гололеда переменным током».

2. Утверждение – «средства, основанные на тепловом воздействии, ... позволяют производить одновременную очистку протяженных участков линии (до 10 км)», приведённое на странице 38, некорректно. Программы плавки гололёда переменным током обычно составляются для воздушных линий в несколько десятков километров, а длина проплавляемых линий при использовании установок плавки постоянного тока может достигать до 100 и более километров.

3. Выражение на странице 6 диссертации: «в настоящее время из всех имеющихся разработок самым массовым и практически единственным применяемым способом борьбы с гололедом стала плавка гололеда постоянным током большой величины» справедливо для ВЛ 330 – 500 кВ.

4. Зачастую воздушные линии электропередачи, подверженные систематическому образованию гололёда на проводах, располагаются в труднодоступных даже для спецтехники районах. Из диссертации не ясно, как будет производиться дозаправка без отключения ВЛ необходимыми реагентами предложенных в п. 2.2.2 химико-механических локальных устройств борьбы с гололёдом.

5. Из-за серьёзных допущений, принятых в диссертации, возможность сброса гололёда с проводов ВЛ при использовании электродинамического способа нуждается в экспериментальном подтверждении в натуральных условиях.

6. В таблице 6 не указано, для какой марки (сечения) провода приведены результаты расчетов «объемов энергии», необходимых при применении электродинамического способа и плавки гололёда на один километр линии.

7. Производилась ли оценка величины издержек и капитальных затрат при реализации электродинамического способа по сравнению с установками плавки гололёда переменным и постоянным током?



Приведенные замечания не снижают ценность и значимость полученных результатов.


## 7. Заключение

Диссертация Сухорукова Сергея Ивановича является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержатся новые научно обоснованные технические решения и разработки по повышению надёжности работы воздушных линий электропередачи в экстремальных погодных условиях, что имеет существенное значение для развития энергетики страны.

Автор диссертационной работы – Сухоруков Сергей Иванович – заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – Электротехнические комплексы и системы.

Кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Электрические  
станции и электроэнергетические  
системы» ФГБОУ ВО «Южно-  
Российский государственный  
политехнический университет (НПИ)  
имени М.И. Платова»

>  
> Щуров Артем Николаевич  
«12» 10 2016 г.

Подпись Щурова А.Н. заверяю  
Ученый секретарь   
ЮРГПУ (НПИ)

Холодкова Нина Николаевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» (ФГБОУ ВО ЮРГПУ(НПИ))

Почтовый адрес: 346428, РФ, г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132

Тел.: 8 (8635) 255-611

e-mail: [mobiartem@yandex.ru](mailto:mobiartem@yandex.ru)