

В диссертационный совет  
Д 205.002.02 на базе федерального  
государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Академия  
государственной противопожарной  
службы министерства Российской  
Федерации по делам гражданской  
обороны, чрезвычайным ситуациям и  
ликвидации последствий стихийных  
бедствий» (Академия ГПС МЧС  
России)

### ОТЗЫВ

официального оппонента, д.т.н., профессора Суворова И.Ф. на диссертационную работу *«МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ В ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В»*, представленную *Козловой Юлией Сергеевной* на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, отрасль энергетика).

#### Актуальность темы исследования

Согласно статистическим данным ФГБУ ВНИИПО МЧС России, в Российской Федерации доля пожаров от теплового проявления электрического тока ежегодно составляет 20–35 %. Около 27 % от числа пожаров по электротехническим причинам составляют пожары, которые возникли от замыканий в воздушных электрических сетях.

В общей протяженности электрических сетей различных классов напряжений воздушные линии электропередачи (ВЛ) напряжением до 1000 В составляют более 30 %. Процент износа воздушных линий очень высокий. Последнее обстоятельство влияет на пожароопасность воздушных линий.

Не смотря на использование самонесущих изолированных проводов на воздушных линиях еще очень широко применяются голые изолированные провода марок А и АС.

Короткие замыкания на воздушных линиях возникают в основном за счет их схлестывания. Образующиеся при этом частицы раскаленного металла приводят к возгоранию степных и лесных районов, жилых домов и строений. Схлестывание проводов возникает из-за ветровых нагрузок, длины воздушных линий между трансформаторной подстанцией и местом возникновения короткого замыкания, время-токовых характеристик защитных аппаратов (автоматических выключателей и плавких предохранителей).

Особую актуальность имеют мероприятия по ограничению количества пожаров и предупреждение их в Забайкальском крае, который горит каждый год.

*Вх № 7/27 от 02.02.2022г.*

Методики расчета оценки пожарной опасности коротких замыканий на ВЛ до 1000 В не выявлено.

Таким образом, тема диссертационной работы актуальная и ее актуальность не вызывает сомнения.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Проблеме снижения пожарной опасности электроустановок посвящено достаточно большое количество научных трудов, среди которых отметим работы Г.И. Смелкова, А.И. Ревякина, В.Н. Черкасова, Г.В. Бокова, Н.П. Костарева.

Вопросами обеспечения пожарной безопасности сетей напряжением 0,4 кВ занимались также А.А. Сошников, А.С. Забиров, О.Н. Дробязко и др.

Результаты исследований пожарной опасности частиц металлов, образующихся при коротком замыкании, а именно: процесса горения этих частиц, их температуры и размеров, теплотворной способности, дальности разлета и др., были опубликованы в ряде трудов Г.И. Смелкова, А.А. Александрова и В.А. Пехотикова.

В диссертационном исследовании представлено четыре научных положения, которые опираются на результаты аналитических и экспериментальных исследований, взаимосвязаны между собой, поставленными задачами и выводами исследования, раскрывают его цель.

Основные итоги работы основаны на выводах, полученных при проведении теоретических и практических исследований:

1. В работе предложено новое решение в обеспечении пожарной безопасности ВЛ электропередачи напряжением до 1000 В при коротких замыканиях, вызванных схлестыванием проводов, состоящее в разработке методики оценки пожарной опасности ВЛ, связанной с образованием источников зажигания при коротких замыканиях, а также ставшее основой для разработки устройства, обеспечивающего предотвращение образования источников зажигания.

2. Разработана экспериментальная установка (патент РФ №191656 на полезную модель) и методика экспериментального определения влияния параметров режима короткого замыкания (величин тока и длительности короткого замыкания, площади поперечного сечения провода) на образование частиц расплавленного металла.

3. Впервые получены зависимости, характеризующие совокупное влияние величин тока и длительности короткого замыкания на процесс образования источников зажигания для алюминиевых проводов различного сечения, а также установлены минимальные значения токов короткого замыкания для проводов различного сечения, при которых уже образуются источники зажигания.

4. Предложены математическая модель и алгоритм определения вероятности возникновения источников зажигания при коротких замыканиях в ВЛ напряжением до 1000 В, что позволяет осуществлять оценку пожарной

**Целью** диссертационного исследования является оценка пожарной опасности коротких замыканий в ВЛ напряжением до 1000 В.

Результаты диссертационного исследования подтверждают, что научные положения, выносимые на защиту вполне обоснованы.

Выводы диссертационной работы в полной мере отражают результаты, полученные соискателем при теоретических и экспериментальных исследованиях.

### **Достоверность и новизна, полученных результатов**

Достоверность подтверждается корректным применением методов физического и математического эксперимента, теории подобия, применением для обработки полученных экспериментальных данных апробированных методов статистического анализа, а также внутренней непротиворечивостью результатов и их согласованностью с данными других исследователей.

Степень достоверности полученных результатов подтверждается актами внедрения:

- методика определения пожарной опасности ВЛ напряжением до 1000 В используется в работе структурных подразделений ОАО «МРСК Урала – «Челябэнерго» для определения необходимости проведения профилактических мероприятий по предупреждению возгораний в охранной зоне ВЛ;

- методика определения пожарной опасности ВЛ напряжением до 1000 В используется в работе Управления организации пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ Главного управления МЧС России по Челябинской области при оценке пожарной опасности территорий, где размещены данные сети;

- результаты исследований используются в учебном процессе Академии государственной противопожарной службы МЧС России, Южно-Уральского государственного университета при изучении дисциплины «Пожарная безопасность электроустановок».

Результаты диссертационного исследования получили необходимую апробацию, о чем свидетельствуют выступления автора на соответствующих конференциях.

Новизна результатов определяется тем, что автором предложена оригинальная математическая модель и методика для определения уровня пожарной опасности коротких замыканий на воздушных линиях напряжением до 1000 В.

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

Теоретическая значимость полученных результатов заключается в получении зависимостей, характеризующих совокупное влияние величин тока и длительности короткого замыкания на процесс образования источников зажигания для проводов различного сечения, а также в разработке математической модели и алгоритма для оценки пожарной опасности коротких замыканий проводов ВЛ напряжением до 1000 В.

Практическая значимость полученных результатов подтверждается разработанными: 1) экспериментальной установкой с соответствующей методикой, применимой для дальнейших исследований пожарной опасности электроустановок; 2) новой методикой оценки пожарной опасности ВЛ напряжением до 1000 В; 3) новой функциональной схемой устройства, которое обеспечивает предотвращение образования источников зажигания при

схлестывании проводов в процессе эксплуатации ВЛ электропередачи напряжением до 1000 В.

**Оценка содержания диссертации, её завершенность и соответствие паспорту специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, отрасль энергетика)**

Результаты диссертационной работа соответствует пунктам паспорта специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, отрасль энергетика): п.6 «Исследование и разработка средств и методов, обеспечивающих снижение пожарной и промышленной опасности технологических процессов, предупреждения пожаров и аварий, тушения пожаров», п.3 «Научное обоснование принципов и способов обеспечения промышленной и пожарной безопасности на предприятиях промышленности, строительства и на транспорте».

Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения и трех приложений.

По результатам диссертационного исследования опубликовано девятнадцать печатных работ, три из которых опубликовано в изданиях, входящих в «Перечень изданий, рекомендованных ВАК для публикации научных результатов диссертаций», получено 2 патента.

**Достоинство и недостатки в содержании и оформлении диссертации, влияние отмеченных недостатков на качество исследования**

1. Желательно было бы привести анализ зарубежных источников по применяемым методикам оценки пожарной опасности коротких замыканий в воздушных линиях электропередач.

2. В разработанной экспериментальной установке автор не учел охлаждение капель алюминия при ветровых нагрузках на провода воздушных линий при их эксплуатации, а также нет источника тепла для моделирования начальной температуры (температуры окружающего воздуха).

3. На стр. 40 диссертации не указано необходимое количество испытаний (третий абзац с верху) при проведении экспериментов при одних и тех же условиях для обработки статистических данных.

4. На стр. 42 протяженность контакта проводов в экспериментах принималась 0,2 метра. Не совсем понятно: почему принята такая величина?

5. Из диссертации не понятно: учитывалось ли собственное время отключения короткого замыкания на ВЛ реле времени и контактора в экспериментальной установке?

6. Из материала диссертации не понятно: какой прибор применялся при определении температуры тления или возгорания горючих материалов (высохшая трава, солома, бумага)?

7. Указано, что при проведении экспериментов использованы провода марки А. Данные линии также часто выполнены проводами марки АС. Существенным ли различие в результатах, если использовать провода марки АС?

8. В заключении желательно было бы привести перспективы дальнейшей разработке темы диссертации в соответствии с п. 5.3.3 ГОСТ Р 7.0.11-2011.

*Отмеченные недостатки очень незначительно влияют на практическое использование полученных результатов.*

Среди **достоинств** хотелось бы особо отметить качественно проведенные автором эксперименты и хорошую перспективу для дальнейшего продолжения указанного научного направления диссертационной работы.

В виду того, что методика, разработанная соискателем, применима только для системы с глухозаземлённой нейтралью типа TN-C, то в качестве предложений стоит отметить возможное продолжение работы для систем с изолированной нейтралью силовых трансформаторов как до 1 кВ, так и 6–35 кВ, а также дальнейшую разработку и выпуск приборов по обеспечению пожарной безопасности при эксплуатации воздушных линий.

### **Соответствие автореферата основному содержанию диссертации**

Содержание автореферата в полной мере соответствует содержанию диссертации.

*Первая глава* посвящена анализу состояния вопроса обеспечения пожарной безопасности воздушных линий электропередач, в которой выполнен анализ видов несимметричных режимов в распределительных электрических сетях, образованных воздушными линиями, описаны виды несимметричных режимов в распределительных электрических сетях и дана общая характеристика пожарной опасности при возникновении несимметричных режимов на воздушных линиях. Проанализированы методы и средства обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации воздушных линий.

*Вторая глава* – «Экспериментальные исследования влияния различных факторов на пожарную опасность коротких замыканий проводов воздушной линии электропередачи». В этой главе описана разработка экспериментальной установки, методика проведения экспериментов и приведены результаты экспериментальных исследований влияния различных факторов на процесс образования капель расплавленного металла при коротком замыкании.

*В третьей главе* обосновывается математическая модель, в основу которой положена теория нечетких множеств, описывается алгоритм и методика определения пожарной опасности воздушных линий электропередачи, определяются опасные факторы электрической дуги. Также разрабатывается конкретная функциональная схема устройства обеспечения пожарной безопасности воздушных линий электропередачи напряжением до 1000 В при схлестывании проводов, которая позволит предотвратить возникновения условий пожара.

Результаты работы позволили разработать методику оценки пожарной опасности ВЛ, связанной с образованием источников зажигания при коротких замыканиях и устройство, которое предотвратит образования источников зажигания.

## Соответствие диссертации и автореферата требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011

Текст диссертации и автореферата оформлен по ГОСТ Р 7.0.11-2011, а также в соответствии с требованиями ВАК. Материал диссертации изложен грамотно. Рисунки и графики информативно иллюстрируют результаты исследования, помогают их восприятию и пониманию.

### Заключение

Диссертационная работа **Козловой Юлии Сергеевны** является законченной научно-квалифицированной работой, в которой содержится решение научной задачи - обеспечение надлежащего уровня пожарной безопасности при эксплуатации ВЛ до 1000 В.

Диссертационная работа соответствует п.9 «Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор **Козлова Юлия Сергеевна** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность» (технические науки, отрасль энергетика).

Официальный оппонент,  
Суворов Иван Флегонтович,  
доктор технических наук, профессор по специальности  
05.26.01 – Охрана труда (электроэнергетика),  
профессор кафедры «Информатика, вычислительная техника и прикладная математика»,  
профессор кафедры Энергетики федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Забайкальский государственный университет»,  
почётный работник высшего профессионального образования РФ,  
действительный член Российской академии естественных наук,  
заслуженный деятель науки и техники Читинской области

20.01.2022 г.

Иван Флегонтович Суворов

Суворов Иван Флегонтович; 672039, г. Чита, ул. Александрo-Заводская, д. 30,  
телефон: +7 924 277 66 40; e-mail: [suvorov.1947@mail.ru](mailto:suvorov.1947@mail.ru)

Подпись И.Ф.Суворова заверяю

Секретарь ученого совета ФГБОУ ВО

«Забайкальский государственный университет»



О.В.Евтушок