

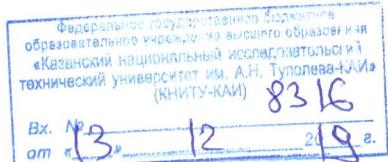
ОТЗЫВ
официального оппонента
доктора технических наук, старшего научного сотрудника
Лачугина Владимира Федоровича
на диссертацию Касимова Василя Амировича на тему «Метод локационного мониторинга гололедообразования и повреждений на воздушных линиях электропередачи и программно-аппаратные комплексы для его реализации», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий»

1. Актуальность диссертации

Диссертационная работа посвящена решению важной научно-технической задачи, обусловленной как необходимостью предотвращения массовых отключений воздушных линий (ВЛ) различных классов напряжения в период гололедообразования на проводах этих ВЛ, так и необходимостью совершенствования способов определения мест повреждений (ОМП) на ВЛ с помощью дистанционных методов контроля. Существующие способы мониторинга ВЛ либо страдают ограниченностью применения вследствие своих функциональных особенностей (например, весовой метод контроля степени нарастания гололеда), либо большими погрешностями в точности ОМП ВЛ. Кроме того, комплексность мониторинга состояния ВЛ позволит объединить в одном устройстве контроль состояния ВЛ в любой момент времени и, в частности, перед ее вводом в работу, предотвращая возникновение повреждений ВЛ вследствие допущенных ошибок эксплуатационного персонала (не убранные перед включением ВЛ заземления) или запрещая включение ВЛ при опасном развитии гололедной ситуации с требованием проведения незамедлительной плавки гололеда. Тем самым обеспечивается повышение надежности работы оборудования энергосистем, что несомненно позволит повысить точность прогнозирования и распознаваемости ситуаций, угрожающих нарушить нормальную эксплуатацию ВЛ.

Таким образом, актуальность диссертационной работы не вызывает никаких сомнений. Приводимый ниже анализ содержания диссертации подтверждает эти выводы.

Так, в первой главе анализируются методы прогнозирования и контроля гололедообразования и методы определения места повреждения на ВЛ. Анализируются существующие нормы проектирования воздушных линий с учетом возможных гололедных нагрузок и статистика гололедных аварий и повреждений ВЛ. По материалам главы делается вывод о том, что с помощью локационного метода могут быть решены обе задачи - мониторинга гололедообразования и повреждений ВЛ.



В развитии решаемой задачи во второй главе диссертации рассматриваются теоретические и экспериментальные исследования особенностей локационного мониторинга ВЛ. Анализ распространения электромагнитных волн по ВЛ вполне обоснованно рекомендовано проводить с использованием метода волновых каналов с учетом влияния амплитудно-частотных характеристик высокочастотных (ВЧ) трактов ВЛ 35–330 кВ на степень затухания контролируемых сигналов разной формы и длительности, в том числе при наличии помех. Производится оценка влияния локационной аппаратуры на работу систем технологической связи по ВЛ, на основе чего обосновывается техническая осуществимость локационного мониторинга ВЛ через ее ВЧ тракт при параллельной работе с аппаратурой технологической связи.

Естественным продолжением предыдущей главы являются исследования распространения локационных сигналов по ВЛ при наличии на проводах гололедных отложений или наличии повреждений проводов ВЛ. В качестве основных критериев формирования гололедных отложений предлагается использовать степень увеличения затухания $\Delta\alpha$ и запаздывания Δt отраженных локационных сигналов. Для определения толщины стенки гололедного отложения по изменениям параметров локационных сигналов исследуется механическое и диэлектрическое влияние гололедно-изморозевых отложений с различной плотностью на затухание и запаздывание этих сигналов. Для анализа распространения локационных сигналов по ВЧ трактам ВЛ при наличии повреждений разработана имитационная модель, позволяющая моделировать короткие замыкания и обрывы проводов ВЛ. Представлены результаты проверки достоверности модели путем экспериментальных исследований по обнаружению локационным зондированием различных типов повреждений на действующих ВЛ 35–220 кВ. По результатам исследований выполнена оценка предельных возможностей локационного метода по определению недопустимых размеров гололедных отложений и определению максимальной дальности обнаружения места повреждений на ВЛ 35–330 кВ.

В четвертой главе диссертации рассматриваются методы анализа рефлектограмм локационного зондирования ВЛ. Предлагаются разработки методов обработки рефлектограмм для определения толщины стенки гололедных отложений и расстояния до места повреждения, содержащие ряд общих операций, включающих подавление гармонических помех и сравнения текущей рефлектограммы с эталонной рефлектограммой, измеренной в нормальном режиме работы ВЛ при отсутствии гололедных отложений. Обосновывается целесообразность использования весовых функций при спектральном анализе для обнаружения гармонических помех от аппаратуры технологической ВЧ связи с шириной спектра в 4 кГц. Для построения совместного частотно-временного распределения мощности сигнала предлагается использовать нелинейные преобразования Коэна на базе преобразования Вигнера с уменьшенной интерференцией. Для определения толщины эквивалентной стенки гололедных отложений по измеренным значениям

затухания и запаздывания узкополосных составляющих широкополосных отраженных сигналов решается обратная задача. Так как локационный метод обнаружения гололедных отложений является интегральным и эффективно действует при равномерном отложении гололеда по всей длине линии, разрабатывается способ определения участка появления гололедных отложений на проводах ВЛ за счет разбиения ВЛ на отдельные локационные участки реперными точками. Расстояние до места повреждения определяется путем порогового обнаружения с последующим уточнением путем корреляционного сравнения с эталонным отражением от повреждения.

В пятой главе диссертации рассматривается разработка программно-аппаратных локационных комплексов мониторинга ВЛ 35–330 кВ. Отмечается, что все разработанные и изготовленные программно-аппаратные комплексы системы мониторинга гололеда и повреждений построены на единой функциональной основе. Описываются этапы развития разработок локационных комплексов. Представлены разработанные варианты визуализации результатов в диспетчерском центре. Представлены результаты разработки алгоритмического и программного обеспечения локационного мониторинга, в том числе снятия рефлектограмм, их обработки, передачи и визуализации.

Шестая глава диссертации посвящена результатам испытаний и оптимизации программно-аппаратных комплексов и метода локационного мониторинга ВЛ и исследованиям закономерностей изменения параметров отраженных сигналов. Указывается, что испытания, практическая отработка схемных решений, программных модулей, методик измерений внедренных локационных комплексов на действующих ВЛ в реальных условиях эксплуатации осуществлялась автором диссертации совместно с сотрудниками КГЭУ и со специалистами подстанций «Кутлу Букаш», «Бугульма-110», «Бугульма-500», «Шкапово», «Баксан» и «Распределительная» на протяжении 9 лет, начиная с 2011 года. За время испытаний собран массив более 2 500 000 рефлектограмм. Исследуются годовые, месячные, суточные и часовые закономерности вариаций затухания и запаздывания локационных сигналов при отсутствии и наличии гололедных отложений на проводах ВЛ, в том числе стабильность во времени значений затухания и запаздывания сигналов, отраженных от неоднородностей ВЛ и измеренных при идентичных условиях окружающей среды. По результатам многолетних испытаний локационных комплексов на действующих ВЛ получены оценки погрешностей измерения затухания и запаздывания отраженных сигналов. Выявлены и исследованы закономерности суточно-годовых вариаций, обусловленных изменениями температуры окружающей среды, затухания и запаздывания локационных сигналов. Разработана методика учета и компенсации температурной нестабильности затухания и запаздывания отраженных сигналов при обнаружении гололеда и повреждений, позволяющая сократить погрешности отсчета амплитуды и запаздывания сигналов. Проанализированы результаты сравнения показаний

локационных комплексов с показаниями весовых датчиков, показана их удовлетворительная сходимость.

2. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается использованием как традиционных методов теории распространения электромагнитных волн по многопроводным ВЛ, матричного анализа, теории вероятности и статистических методов, так и современных методов обработки цифровых данных, в том числе теории фильтрации сигналов. Достоверность полученных научных положений и выводов подтверждается сходством результатов моделирования и экспериментальных исследований, а также сопоставлениями с данными других исследователей, взаимной согласованностью результатов испытаний и практических решений в составе локационных комплексов на действующих воздушных линиях 35–330 кВ.

3. Научная новизна положений, выводов и результатов диссертации

Среди представленных в диссертационной работе новых положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, в первую очередь необходимо отметить:

1. Универсальный метод локационного автоматического мониторинга процессов гололедообразования и ОМП на ВЛ 35-330 кВ.

2. Определение характера изменения параметров отраженного сигнала ВЧ тракта ВЛ при образовании на проводах ВЛ гололедных отложений с различной плотностью.

3. Установление закономерности годовых и суточных вариаций затухания и запаздывания контролируемых сигналов на основе статистического анализа результатов их многолетних измерений с учетом различных режимов работы ВЛ, в особенности при появлении гололедных отложений, с предложением способа компенсации изменения затухания и запаздывания отраженных сигналов при годовых и суточных изменениях температуры окружающей среды для уменьшения погрешности измерений.

4. Способ определения толщины и плотности гололедных отложений по изменениям параметров отраженных локационных импульсов, а также - распределения величины толщины стенки гололедных отложений по длине воздушной ВЛ.

5. Метод автоматической обработки рефлектограмм при наличии помех в ВЧ тракте воздушной ВЛ для распознавания и измерения параметров контролируемых сигналов, определения параметров гололедных отложений или повреждений с последующей передачей результатов на рабочее место диспетчера.

6. Принципы действия, характеристики и функциональные особенности промышленного образца универсального многоканального автоматизированного локационного комплекса мониторинга гололедообразования и повреждений на воздушных ВЛ, а также испытательного стенда диагностики работоспособности локационных комплексов мониторинга воздушных линий электропередачи.

Приведенный перечень свидетельствует о действительно комплексном подходе к решению поставленных автором задач, а выводы, положения, разработанные методы и технические решения, несомненно, обладают научной новизной.

Основные научные результаты и положения диссертации приведены в 42 публикациях, в том числе в 24 статьях в рецензируемых научных изданиях, в 9 патентах РФ и в 9 свидетельствах о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Диссертационная работа изложена технически и стилистически грамотно. Автореферат диссертации и опубликованные работы автора полностью отражают содержание диссертационной работы.

4. Замечания по диссертации

1. Не упоминается возможность учета изменения знака зондирующего импульса при отражении от места формирования гололеда на участке ВЛ для использования этого признака при гололедном мониторинге.

2. При анализе контролируемых сигналов следовало бы уделить большее внимание исследованию влияния конструкции опор и геометрии расположения проводов на ВЛ на деформацию контролируемых сигналов.

3. Приведенные в таблице 3.4 данные о предельной дальности обнаружения повреждений требуют более четких пояснений зависимости этих данных от числа и протяженности ответвлений на ВЛ.

4. Отмечается, что предлагаемый локационный метод обязательно требует использования контроля срабатывания защиты ВЛ при повреждениях. Однако распространять обязательность функционирования устройства на мониторинг обрывов проводов ВЛ не следует, так как алгоритмы действующих защит могут оказаться не чувствительными к этим повреждениям.

5.. Анализируемая в диссертации схема зондирования только в ВЧ тракте «фаза-земля» в одной из фаз ВЛ создает проблемы устойчивого ОМП при коротких замыканиях между двумя другими фазами.

6. Внедрение методов ОМП может дать информацию о наличии устойчивого однофазного замыкания на землю на ВЛ 35 кВ, но не способно предотвратить переход этого замыкания в двойное замыкание на землю, о чем сообщается на странице 45 диссертации.

5. Заключение

Диссертационная работа «Метод локационного мониторинга гололедообразования и повреждений на воздушных линиях электропередачи и программно-аппаратные комплексы для его реализации», представленная на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий», является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научно-технической проблемы, имеющей важное народно-хозяйственное значение. Автор представленной работы является сложившимся ученым, умеющим ставить и решать на высоком научном уровне теоретические и практические задачи.

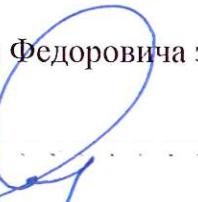
Диссертация соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора технических наук, а ее автор, Касимов Василь Амирович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Официальный оппонент
заведующий лабораторией
информационно-измерительных
и управляющих систем
Акционерного общества
«Энергетический институт
им. Г.М. Кржижановского (АО «ЭНИН»)
доктор технических наук,
старший научный сотрудник



Лачугин Владимир Федорович
10 декабря 2019 года

Подпись Лачугина Владимира Федоровича заверяю,
Генеральный директор
АО «ЭНИН»



Лунин Кирилл Александрович

Адрес АО «ЭНИН»: 19071, Москва, Ленинский проспект, 19
Телефон: (499) 374-52-39
E-mail: lachugin@eninnet.ru

СВЕДЕНИЯ ОБ ОФИЦИАЛЬНОМ ОППОНЕНТЕ

по диссертации Касимова Василя Амировича «Метод локационного мониторинга гололедообразования и повреждений на воздушных линиях электропередачи и программно-аппаратные комплексы для его реализации», представленной к защите на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий (технические науки)

Фамилия, имя, отчество	Лачугин Владимир Федорович
Гражданство	Российская Федерация
Ученая степень	Доктор технических наук
Шифр специальности	05.14.02
Название специальности	Электрические станции и электроэнергетические системы
Отрасль науки	Технические науки
Ученое звание	Старший научный сотрудник
Полное наименование организации в соответствии с уставом	Акционерное общество «Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского»
Сокращенное наименование организации в соответствии с уставом	АО «ЭНИН»
Почтовый адрес	119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 19
Телефон организации	+7 495 770 3100 (доб. 1000)
Наименование подразделения	Лаборатория информационно-измерительных и управляющих систем в электроэнергетике
Должность	Заведующий лабораторией
Список основных публикаций официального оппонента по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15 публикаций)	
1. Ахметов И.М., Лачугин В.Ф. Диагностика состояния фазоповоротного устройства с тиристорным коммутатором // Известия вузов. 2015. Электромеханика. № 1. С.16-19.	
2. Куликов А.Л., Лачугин В.Ф., Ананьев В.В., Вуколов В.Ю., Платонов П.С. Моделирование волновых процессов на линиях электропередачи для повышения точности определения места повреждения // Электрические станции. 2015. № 7. С. 45-53.	
3. Лачугин В.Ф., Панфилов Д.И., Куликов А.Л., Рывкин А.А., Обалин М.Д. Принципы построения интеллектуальной релейной защиты электрических сетей // Известия РАН. Энергетика. 2015. № 4. С. 28-37.	

4. Куликов А.Л., Лачугин В.Ф., Ананьев В.В. Дифференциальный принцип в волновом методе определения мест повреждений на ВЛ с ответвлениями // Электрические станции. 2015. № 10. С. 34-37.
5. Лачугин В.Ф., Платонов П.С. Использование волновых процессов при разработке релейной защиты ВЛ // Электрические станции. 2016. №7. С. 44-50.
6. Kulikov A.L., Anan'Ev V.V., Lachugin V.F. Differential principle in the traveling wave method of determining fault locations in overhead lines with branches // Power Technology and Engineering. 2016. T. 49. № 6. P. 472-475.
7. Kulikov A.L., Anan'ev V.V., Vukolov V.Y., Platonov P.S., Lachugin V.F. Modelling of wave processes on power transmission lines to improve the accuracy of fault location // Power Technology and Engineering. 2016. T. 49. № 5. P. 378-385.
8. Лачугин В.Ф., Платонов П.С., Смирнов А.Н. Новые технологии и оборудование (методы и устройства) для определения мест повреждения. ОАО "ЭНИН" // Электроэнергия. Передача и распределение. 2016. № 5 (38). С. 108-117.
9. Лачугин В.Ф., Панфилов Д.И., Смирнов А.Н., Платонов П.С. Определение мест повреждений воздушных линий высокого напряжения с использованием спутниковой связи. волновой метод двусторонних синхронизированных измерений // Энергия единой сети. 2017. № 2 (31). С. 30-41.
10. Лачугин В.Ф., Куликов А.Л., Платонов П.С., Вуколов В.Ю Методика и результаты расчета токов и напряжений в цепях измерительного органа устройства защиты линии электропередачи, основанного на контроле переходных процессов // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2017. № 2. С. 117-127.
11. Lachugin V.F., Platonov P.S., Kulikov A.L., Vucolov V.Y Technique and calculation results of currents and voltages in the circuits of the measuring element of the protection device of the transmission line based on the control of transient processes // Thermal Engineering. 2017. T. 64. № 13. P. 1007-1016.
12. Lachugin V.F., Platonov P.S. Using traveling-wave processes in the development of relay protection for overhead lines (OHL) // Power Technology and Engineering. 2017. T. 50. № 5. P. 549-555.
13. Лачугин В.Ф., Панфилов Д.И., Асташев М.Г., Мурачев А.С., Платонов П.С. Малогабаритные устройства продольной компенсации и оценка их влияния на параметры срабатывания устройств релейной защиты ВЛ 220 кВ // Известия Российской академии наук. Энергетика. 2018. № 2. С. 26-35.

10 декабря 2019 г.

В.Ф. Лачугин

Подпись Лачугина Владимира Федоровича заверяю,
Генеральный директор
АО «ЭНИН»

