

ОТЗЫВ

официального оппонента

Воловача Владимира Ивановича на диссертационную работу

Фролова Кирилла Владимировича

на тему «Информационно-измерительная система непрерывной акустической диагностики электрооборудования ячеек комплектных распределительных устройств», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности

2.2.11. Информационно-измерительные и управляющие системы

1. Актуальность темы и постановка задачи

Диссертационная работа посвящена повышению достоверности и оперативности оценки технического состояния электрооборудования ячеек комплектных распределительных устройств (КРУ) 6-10 кВ на основе информационно-измерительной системы (ИИС) непрерывной акустической диагностики. Актуальность исследования обусловлена высокой долей развивающихся и аварийных дефектов КРУ и необходимостью внедрения средств непрерывного контроля, способных выявлять предаварийные состояния по признакам частичных и дуговых разрядов. Указанная проблематика имеет выраженную прикладную значимость для повышения надёжности электроснабжения и снижения эксплуатационных потерь.

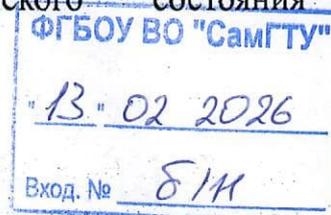
2. Краткая характеристика содержания и основных результатов

Во введении обоснованы актуальность и степень разработанности темы, сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и предмет, приведены положения научной новизны и практической значимости, изложены методы исследования, сведения об апробации и публикациях, а также основные элементы обоснования достоверности результатов.

Первая глава носит аналитический характер: выполнен обзор аварийности КРУ 6-10 кВ и причин отказов, проведён анализ современных методов и средств мониторинга и диагностики технического состояния

С отзывом ознакомлен

13.02.2026



электрооборудования, рассмотрены существующие конструктивные схемы устройств и способы защиты от частичных и дуговых разрядов, а также проанализированы имеющиеся информационно-измерительные системы технической диагностики на основе акустического контроля; сформулированы выводы и постановочные требования к дальнейшей разработке.

Вторая глава посвящена экспериментальным исследованиям акустического сигнала. Описаны экспериментальная установка и методика проведения исследований, приведена оценка погрешности акустического датчика, выполнен анализ достоверности и воспроизводимости экспериментальных результатов, проведён гармонический анализ акустического сигнала и выполнена параметрическая идентификация его математической модели.

Третья глава содержит спектральный анализ акустического сигнала от КРУ 6-10 кВ. Разработан метод кластеризации спектральной плотности мощности (СПМ), обосновано выделение ключевых частотных компонент (в работе выделены 20, 30 и 40 кГц как наиболее информативные), синтезированы и применены полосовые фильтры для выделения соответствующих СПМ-признаков, реализована процедура кластеризации с использованием понижения размерности, а также построена режимно-диагностическая карта СПМ для классификации состояний – нормальный, предаварийный, аварийный режимы.

Четвёртая глава посвящена разработке и реализации ИИС непрерывной акустической диагностики. Разработаны архитектура, структурная и функциональная схемы ИИС, описано аппаратное обеспечение, представлена методика контроля работоспособности измерительных каналов с формированием тестовых сигналов по параметрической модели, разработан алгоритм обработки данных непрерывной диагностики и его реализация в ИИС, выполнен метрологический анализ, а также сформулированы рекомендации по применению разработанного метода в системе защиты ячеек КРУ 6-10 кВ от частичных и дуговых разрядов.

В заключении приведены основные результаты и итоговые выводы по выполненной работе. В приложениях представлены материалы, дополняющие

основную часть, включая экспертные оценки, параметры идентификации модели, результаты измерений, документы о внедрении результатов диссертационной работы, а также материалы по объектам интеллектуальной собственности.

Диссертация оформлена в соответствии с установленными требованиями государственных стандартов.

Автореферат в полной мере отражает основное содержание диссертации Фролова К.В. и полученные результаты.

3. Научная новизна и практическая значимость результатов

По материалам диссертации научная новизна работы заключается в следующем:

1. предложен метод бесконтактного акустического контроля, отличающийся одновременной диагностикой элементов отсека ячейки КРУ за счёт размещения двух датчиков в зонах минимального воздействия электромагнитных полей;

2. разработан метод кластеризации СПМ акустического сигнала с применением метода главных компонент, формирующий режимно-диагностическую карту для классификации состояния ячейки КРУ;

3. разработана информационно-измерительная система, реализующая предварительную обработку акустических данных внутри ячейки и алгоритмы кластеризации СПМ, что повышает оперативность выявления дефектов и снижает нагрузку на каналы передачи данных;

4. предложена методика контроля работоспособности измерительных каналов ИИС на основе периодической подачи тестовых сигналов, синтезируемых по параметрической модели акустических сигналов разрядов.

Практическая значимость работы определяется созданием ИИС непрерывной акустической диагностики электрооборудования ячеек КРУ, методикой самоконтроля измерительных каналов и рекомендациями по применению бесконтактного акустического контроля для предотвращения развития дефектов, связанных с частичными и дуговыми разрядами.

4. Обоснованность и достоверность результатов

В диссертации приведены основания для вывода о достоверности результатов: корректное применение методов математического анализа, статистики, цифровой обработки сигналов и спектрального анализа, а также подтверждение теоретических положений экспериментальными исследованиями. Выполнен метрологический анализ измерительного канала и приведены оценки составляющих погрешности.

Результаты работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях и апробированы на научных конференциях.

5. Замечания по диссертационной работе

1. В первой главе диссертации описана ИИС контроля образцов материалов и изделий акустическим методом. Полезно было бы уточнить, какие именно элементы и функции в разрабатываемой системе заимствуются из описанной, а какие являются принципиально новыми.

2. В работе рассматривается двухканальная измерительная система, при этом не анализируется влияние возможного неодновременного прихода сигнала с датчиков на результаты диагностики.

3. В главе 3 целесообразно более явно сформулировать правило принятия решения при пограничных значениях признаков на режимно-диагностической карте.

4. В диссертации в недостаточной степени обсуждается вопрос использования метода кластеризации акустических сигналов, а также других альтернативных методов машинного обучения.

5. Частота дискретизации в эксперименте указана 160 кГц; далее в главе 3 предлагается 100 кГц. Нужно пояснить, почему допустима смена частоты дискретизации.

6. В части архитектуры ИИС (глава 4) недостаточно информации об отказоустойчивости системы на уровне обмена данными и типовых отказов измерительного модуля.

