

ОТЗЫВ

официального оппонента Грачевой Елены Ивановны на диссертационную работу Сайфиддинзода Одилджона Сайфиддина на тему «Автоматизированная система оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания», представленную к защите на соискание ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

1. Актуальность темы исследования и ее связь с запросами практики

Современные тенденции развития электроэнергетики требуют ускоренной автоматизации технологического процесса, обеспечения безопасности и высокого уровня надежности энергетических установок. Надежность электрооборудования обеспечивается за счет применения новых технических средств и современных методов диагностики энергетических установок. По сути, надежность считается способностью электрооборудования выполнять заданные функции при сохранении заводских характеристик в течение установленного срока годности. Однако при эксплуатации электрооборудования возникают различные технические проблемы, которые влияют на надежность электрооборудования и безопасность его обслуживания.

Существенно влияющими факторами на снижение надежности электрооборудования и его безопасности обслуживания считаются несвоевременное проведение диагностики технического состояния электрических аппаратов и их неправильность эксплуатации в различных ненормальных режимах. Также, ухудшение надежности и условий электробезопасности может возникнуть при выполнении монтажных и пусконаладочных работ. На практике для обеспечения надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания применяют различные методы и средства защиты. В том числе, для повышения показателей надежности электрооборудования и улучшения условий их безопасности применяют систему релейной защиты и автоматики, систему контроля состояния изоляции электрических сетей, технологическую автоматику, заземляющее устройство (ЗУ) и т.п. Следовательно, ЗУ является одним из наиболее распространённых элементов, которое необходимо для обеспечения надежности электрооборудования и безопасности их обслуживания.

Надежное функционирование ЗУ связано с режимами работы электроустановок и соблюдением регламента проведения диагностических работ по их техническому состоянию.

Существует защитное и рабочее заземление, которые предназначены, соответственно, для обеспечения электробезопасности и нормального режима работы электроустановок. Электробезопасность при помощи ЗУ обеспечивают за счет выравнивания потенциалов между основанием и заземляемым оборудованием. Рабочее заземление необходимо для нормального функционирования электрических аппаратов, т.е. обеспечения надежного контакта между нейтралью и «землей». В этом случае «земля» используется как обратный проводник. Таким образом, правильное функционирование ЗУ непосредственно влияет на ресурсное обеспечение надежности и безопасности.

Однако, само заземление при эксплуатации сталкивается с различными техническими проблемами, в число которых входит: возрастание сопротивления растеканию тока, ухудшение его коррозионного состояния и т.п.

В настоящее время существует целый ряд действующих нормативно-технических документов для определения фактического состояния заземлителей. Согласно действующим методам для проверки состояния заземлителей требуется проведение измерения множества параметров ЗУ.

Действующие методы проверки состояния заземлителей требуют большого количества финансовых, трудовых и временных затрат. Поэтому для проверки состояния элементов заземлителя без применения дорогостоящих приборов и проведения вскрышных работ необходимо рассматривать возможность применения действующих разработанных математических моделей в устройстве измеряющем их контролирующие параметры,.

В настоящее время существует метод для оценки коррозионного состояния элементов ЗУ, при котором можно использовать среднегодовое значение влажности грунта в месте нахождения заземлителя и среднее значение токов, протекающих по вертикальным и горизонтальным заземляющим электродам. Однако данный метод требует постоянного измерения влажности грунта и токов, протекающих по заземлителям. При помощи данного метода можно осуществить автоматический контроль и диагностику состояния элементов ЗУ для проведения оценки надежности электрооборудования и безопасности обслуживающего персонала.

Считаем, что возможность построения программно-аппаратного устройства для измерения и расчета среднегодового значения влажности грунта и токов, протекающих через заземляющие электроды с помощью программируемых микроконтроллеров, осуществима. Разработка автоматизированной системы оценки надежности электрооборудования и

безопасности его обслуживания при постоянном мониторинге состояния элементов заземлителя является актуальной научно-технической задачей. Для этого можно использовать современные микроконтроллеры и соответствующие датчики влажности грунта и тока, поскольку программируемые микроконтроллеры имеют функцию аналого-цифрового преобразователя, обработки цифровых сигналов, отображения их значения в дисплеях и передачи цифровых сигналов через GSM-модуль.

2. Научная новизна, результатов и выводов, сформулированных в диссертации

Научная новизна основных положений и результатов работы заключаются в следующем.

2.1. Разработаны физическая модель (защищена малым патентом РТ, № TJ 1498) и программное обеспечение (авторское свидетельство РТ, №177) автоматизированной системы для определения состояния элементов заземлителей, которые применяются в целях оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания.

2.2. Разработана методика оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания при постоянном мониторинге состояния элементов заземлителя.

3. Практическая значимость работы

3.1. Разработанная автоматизированная система может быть использована для оценки фактического состояния ЗУ электрооборудования различного вида и назначения.

3.2. Разработанная автоматизированная система позволяет в зависимости от среднегодового значения влажности грунта и токов, протекающих через заземляющие электроды, определить фактическое состояние заземлителя и оценить показатели надежности и безопасности.

3.3. Полученные автором данные при разработке автоматизированной системы используются в процессе изучения студентами ТТУ имени академика М.С. Осими дисциплин «Энергетическая электроника», «Элементы автоматических устройств», «Электробезопасность» и «Основа микропроцессорной техники» и в ОАО «Барки Точик».

4. Оценка внутреннего единства и направленности полученных результатов на решение поставленных задач

Для достижения поставленных целей, автором решен комплекс взаимосвязанных задач. Текст диссертационной работы написан грамотным техническим языком. Работа содержит введение, три главы, выводы и заключение, изложенные на 155 страницах, а также содержит 46 иллюстрации, 8 таблиц, библиографический список на 157 наименований и приложение.

Во введении приводится актуальность темы исследования, степень научной разработанности изучаемой проблемы, связь исследования с программами (проектами), научной тематикой, сформулированы цели и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, приводятся методы исследования, изложены научная новизна, практическая значимость и реализация ее результатов, основные положения, выносимые на защиту, отражены вопросы реализации и апробации полученных результатов.

В первой главе диссертационной работы рассмотрены основные показатели надежности и безопасности обслуживания электрооборудования, методы оценки показателей надежности.

Также в рамках первой главы диссертационной работы рассматриваются факторы, влияющие на надежность и безопасность электрооборудования. Основными факторами, влияющими на надёжность электрооборудования, являются: окружающая среда; эксплуатационные; человеческие (случайные); ошибки проектирования и монтажа. Основными факторами, влияющими на безопасность обслуживания электроустановок, являются- климатические, режимные и ресурс электрооборудования.

Во второй главе рассматриваются особенности микроконтроллеров AVR, характеристики их портов (ввод/вывод), периферийные устройства и архитектура ядра микроконтроллеров. Также приводятся основные характеристики микроконтроллеров типа ATmega8-16PU, ATmega163 и ATmega328, разновидности их корпусов и другие технические особенности. Рассмотренные программируемые микроконтроллеры семейства Atmel имеют большое количество набора периферийных устройств, применение которых позволяет решить поставленные задачи исследования. В таблице 1 приводятся основные параметры (память Flash, память EEPROM, память оперативного запоминающего устройства, число вводов/выводов, рабочее напряжение,

тактовая частота и тип корпуса) микроконтроллеров типа ATmega8-16PU, ATmega163 и ATmega328.

В третьей главе разработаны принципиальная электрическая схема автоматизированной системы оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания, компьютерная модель, физическая модель и программное обеспечение разрабатываемого устройства. При разработке автоматизированной системы произведена проверка всех электронных компонентов по отдельности.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные при решении поставленных задач и обеспечившие достижение цели диссертационной работы.

Анализ поставленных задач, методов и алгоритмов их решения, свидетельствует о единстве структуры и содержания работы.

5. Соответствие работы избранной специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы)

В соответствии с тематикой выполненных исследований, поставленных и решенных автором задач, касающихся разработанной автоматизированной системы оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания, диссертационная работа соответствует п.3, п.4 и п.7 паспорта специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

6. Степень достоверности результатов и обоснованности выводов исследования

В работе применяются известные математические модели для определения состояния ЗУ, что обеспечивает объективность оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания. Для оценки надежности электрооборудования применен логико-вероятностный метод, который позволяет количественно определить степень повышения надежности и безопасности при использовании предложенной системы. Разработанная автоматизированная система апробирована в реальных условиях на основе натуральных экспериментов.

Таким образом, степень достоверности результатов исследования подтверждается теоретическими расчетами, экспериментальной проверкой,

публикациями, апробацией и патентованием разработанных решений. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций не вызывает сомнений.

7. Апробация работы и подтверждение опубликования ее основных положений и результатов

Основные материалы и результаты исследований диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных конференциях и научных семинарах. По результатам исследований работы опубликовано 14 печатных работ, в том числе 3 работы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан и Российской Федерации, получены малый патент Республики Таджикистан и авторское свидетельство на компьютерную программу.

Автореферат диссертации и публикации полностью отражают содержание и научные результаты, полученные автором в работе.

8. Замечания по диссертации

1. В работе используется пакет программ PROTEUS. На основании чего выбрано данное программное обеспечение? Проводилась ли сравнительная оценка с другими компьютерными программами?

2. Какой требуется технический ресурс вычислительной техники для работы разработанного программного комплекса?

3. Оценивалось ли быстродействие предлагаемой компьютерной модели?

4. Какие получены результаты и на каких объектах при использовании разработанной автоматизированной системы оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания? С какими расчетными параметрами можно сравнить данные полученных результатов?

5. Проводилась ли технико-экономическая оценка от применения разработанной автоматизированной системы оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания?

6. Чем обусловлена погрешность результатов измеряемых параметров разработанной системы оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания? Как можно оценить данную погрешность?

Следует отметить, что вышеприведенные замечания не снижают положительную оценку диссертационной работы.

9. Общее заключение о соответствии диссертационной работы требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям

В целом, результаты научных исследований и выводы, полученные Сайфиддинзода О.С., свидетельствуют о том, что соискателем выполнена работа на актуальную тему, направленная на решение важной практической задачи в электроэнергетике, а именно оценки надежности и безопасности электрооборудования. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой и имеет практическое значение для улучшения технических и экономических показателей электроэнергетических систем.

Диссертационная работа отвечает требованиям п. 40, Приложение 2, Постановления Правительства Республики Таджикистан «О порядке присуждения ученых степеней» №267 от 30 июня 2021 года. Её автор Сайфиддинзода Одилджон Сайфиддин, заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

Официальный оппонент

доктор технических наук, доцент, профессор
кафедры «Электроснабжение промышленных
предприятий» ФГБОУ ВО «Казанский
государственный энергетический университет»



Грачева

Грачева Е.И.

С отзывом ознакомлен 12.03.2025

Грачев

ОТЗЫВ

официального оппонента – на диссертационную работу **Сайфиддинзоды Одилджона Сайфиддина** на тему «Автоматизированная система оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания», представленную к защите на соискание ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

1. Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа посвящена разработке автоматизированной системы оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания. В условиях растущей автоматизации энергетических систем вопрос надежности электроустановок и безопасности их эксплуатации приобретает особую значимость. Автор обоснованно указывает на необходимость внедрения современных методов мониторинга состояния заземляющих устройств, что позволяет своевременно предотвращать аварийные ситуации и повышать электробезопасность. Надежное функционирование заземляющих устройств связано с режимами работы электроустановок и соблюдением регламента проведения диагностических работ по их техническому состоянию.

Развитие электроэнергетики требует внедрения современных методов оценки надежности оборудования и безопасности его эксплуатации. Рассматривает создание автоматизированной системы мониторинга состояния электрооборудования, что соответствует актуальным задачам повышения эффективности и безопасности энергетических систем. Данное исследование имеет большое практическое значение для повышения надежности работы электроустановок и предотвращения аварийных ситуаций.

2. Научная новизна результатов и выводов, сформулированных в диссертации:

В работе представлена разработка автоматизированной системы оценки надежности электрооборудования с применением микроконтроллеров и датчиков, позволяющих в реальном времени анализировать состояние заземляющих устройств. Существенным вкладом является использование современных технологий сбора и обработки данных для повышения эффективности диагностики технического состояния электрооборудования.

2.1. Разработаны физическая модель (защищена малым патентом РТ, № ТЈ 1498) и программное обеспечение (авторское свидетельство РТ, №177)

автоматизированной системы для определения состояния элементов заземлителей, которые применяются в целях оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания.

2.2. Разработана методика оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания при постоянном мониторинге состояния элементов заземлителя.

3. Практическая значимость работы

Практическая значимость работы заключается в возможности внедрения предложенной системы на предприятиях электроэнергетического комплекса для повышения безопасности обслуживания и снижения эксплуатационных рисков.

4. Оценка внутреннего единства и направленности, полученных результатов на решение поставленных задач

Автореферат логично структурирован и включает основные аспекты исследования: обоснование актуальности, обзор существующих методов, разработку автоматизированной системы, ее моделирование и практическую реализацию. Автор приводит доказательства эффективности предложенного решения на основе экспериментальных данных, что подтверждает обоснованность выводов.

Во введении приводится обоснование актуальности исследования: современные тенденции в электроэнергетике требуют автоматизации диагностики электрооборудования для повышения надежности и безопасности. Основные проблемы: ненадежность заземляющих устройств, необходимость постоянного мониторинга состояния электрооборудования. Цель исследования: разработка автоматизированной системы оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания. Методы исследования: математическое моделирование, логико-вероятностный анализ, разработка компьютерной модели. Научная новизна: применение современных микроконтроллеров и датчиков для диагностики состояния заземляющих устройств.

В первой главе диссертационной работы рассмотрены анализ существующих методов оценки надежности электрооборудования. Обзор факторов, влияющих на безопасность и надежность электрооборудования (окружающая среда, эксплуатационные факторы, ошибки монтажа и проектирования). Также рассматривается взаимосвязь надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания с заземляющими устройствами. Сравнение различных методик диагностики заземляющих устройств и их недостатки.

Во второй главе рассматриваются обзор микроконтроллеров серии ATMEL (ATmega328) и их применение в разработке автоматизированной системы. Анализ характеристик датчиков влажности грунта и датчиков тока. Возможности применения GSM-модуля SIM800C для передачи данных. Разработка схем подключения датчиков к микроконтроллеру и анализ их взаимодействия.

В третьей главе рассматриваются разработка принципиальной электрической схемы системы. Создание компьютерной модели системы в среде PROTEUS. Описание физической модели устройства и его испытаний. Логико-вероятностный анализ надежности системы. Оценка эффективности автоматизированной системы и доказательство ее влияния на повышение надежности электрооборудования.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные при решении поставленных задач и обеспечившие достижение цели диссертационной работы.

Анализ поставленных задач, методов и алгоритмов их решения, свидетельствует о единстве структуры и содержания работы.

5. Соответствие работы избранной специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы)

Диссертационная работа выполнена в соответствии с требованиями специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы). Исследование направлено на разработку методов и технологий повышения надежности и безопасности эксплуатации электроэнергетического оборудования, что соответствует следующим направлениям данной специальности:

- разработка и совершенствование технологий диагностики и мониторинга электрооборудования;
- внедрение автоматизированных систем контроля и управления в электроэнергетике;
- оценка надежности и безопасности эксплуатации энергетических систем и комплексов.

Таким образом, исследование полностью соответствует профилю специальности и вносит значительный вклад в развитие современных подходов к управлению надежностью и безопасностью электрооборудования.

6. Степень обоснованности и достоверности научных положений

Научные положения, выводы и рекомендации, изложенные в диссертационной работе, обладают высокой степенью обоснованности и достоверности. Это подтверждается:

- использованием современных методов анализа, включая математическое моделирование и логико-вероятностный метод;
- применением экспериментальных данных и их сравнением с теоретическими расчетами;
- разработкой и тестированием физической модели автоматизированной системы, подтверждающей работоспособность предложенных решений;
- публикациями автора в рецензируемых изданиях, а также апробацией результатов исследования на конференциях и семинарах.

Таким образом, достоверность представленных научных положений подтверждается применением корректных методов исследования, практической реализацией предложенной системы и полученными результатами, что свидетельствует о высокой надежности выводов.

7. Апробация работы и подтверждение опубликования ее основных положений и результатов

Основные положения и результаты диссертационного исследования прошли апробацию в ходе участия автора в научных конференциях, семинарах и публикации статей в рецензируемых научных изданиях. Результаты работы представлены на международных и всероссийских конференциях, а также опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК и в материалах, индексируемых в международных базах данных. При этом, опубликованы 14 печатных работ, в том числе 3 работы в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан и Российской Федерации, получены малый патент Республики Таджикистан и авторское свидетельство на компьютерную программу.

Апробация результатов исследования позволила подтвердить практическую значимость работы, а публикации демонстрируют востребованность разработанной автоматизированной системы в профессиональном сообществе.

8. Замечания и дискуссионные вопросы

1. В работе приведены расчеты вероятности повышения надежности электрооборудования и безопасности, однако отсутствует детальный анализ возможных погрешностей измерений и влияния внешних факторов (температура, влажность, электромагнитные помехи).

2. В качестве платформы для автоматизированной системы выбран микроконтроллер ATmega328, однако не рассмотрены альтернативные, более современные решения, которые могли бы улучшить характеристики системы.

3. Методология оценки состояния заземляющего устройства основывается на косвенных факторах (влажность и токи), но не учитывает

возможные изменения сопротивления грунта, что может повлиять на точность диагностики.

4. Не представлено сравнение предложенной системы с существующими методами диагностики заземляющих устройств, что позволило бы лучше оценить преимущества и недостатки разработанного подхода.

Несмотря на указанные замечания, они не снижают общей ценности работы, а скорее могут быть учтены в дальнейших исследованиях автора.

9. Общее заключение о соответствии диссертационной работы требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям

Диссертационная работа Сайфиддинзода О.С. является завершенным научно-исследовательским трудом, содержащим новые научные результаты, имеющие теоретическую и практическую значимость. Представленные методы и технические решения могут быть использованы в энергетической отрасли для повышения надежности работы электрооборудования.

Автореферат свидетельствует о высоком уровне подготовки автора и вполне отвечает требованиям согласно Приложению 2 к Пункту 40 Постановления Правительства Республики Таджикистан «О порядке присуждения ученых степеней» №267 от 30 июня 2021 года. Работа заслуживает положительной оценки, а её автор Сайфиддинзода Одилджон Сайфиддин - присуждения ему ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

Официальный оппонент

кандидат технических наук, начальник отдела «Распределения и потерь электроэнергии» филиала ОАО «Распределительные электрические сети» в г. Бохтар.

А.З. Рахматулов

Подпись к.т.н., Рахматулова А.З. заверяю:
Начальник отдела кадров

Х.Н. Одинаев

С отзывом ознакомлен 17.03.2025