

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор Институт  
энергетики Таджикистана  
д.т.н., доцент Д.Т. Исозода

« 03 » 2025 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

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

#### 1. Актуальность темы диссертационной работы

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 безопасности его обслуживания.

Наиболее 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 заземляющих устройств 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 защитного заземления 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 заземляющего устройства 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 измеряющих их контролирующих параметров.

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 заземляющих устройств с целью проведения оценки надежности электрооборудования и безопасности обслуживающего персонала.



Считаем, что возможность построения программно-аппаратного устройства для измерения и калькуляции 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. Структура и объем диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, основных выводов, списка литературы (157 наименований), 5 приложений. Содержит 155 страниц машинописного текста, в том числе 46 рисунков, 8 таблиц.

**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 «Современное состояние вопроса и обоснование задач исследования»** диссертационной работы рассмотрены основные показатели надежности и безопасности обслуживания электрооборудования, методы оценки показателей надежности и безопасности.

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. Однако факторы, влияющие на безопасность обслуживания электроустановок, считаются как климатические, так и режимы работы и ресурс электрооборудования.

**Во второй главе “Анализ возможности микроконтроллеров серии ATMEЛ и характеристики датчиков”** 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 цели и задачи исследования. Также, приводятся основные параметры микроконтроллеров типа ATmega8-16PU, ATmega163 и ATmega328 (память Flash, память EEPROM, память оперативного запоминающего устройства, число вводов/выводов, рабочее напряжение, тактовая частота и тип корпуса).

**В третьей главе “Разработка автоматизированной системы оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания”** разработаны принципиальная электрическая схема автоматизированной системы оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания, ее 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.

### **3. Научная новизна и значимость результатов диссертационной работы**

Научная новизна основных положений и результатов работы заключается в следующем:

3.1. Разработаны физическая модель (защищена малым патентом РТ, № ТУ 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.

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

### **4. Практическая значимость и реализация результатов работы**

4.1. Разработанная автоматизированная система может быть использована для оценки фактического состояния заземляющих устройств электрооборудования различного вида и назначения.



4.2. 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.

4.3. 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».

## **5. Соответствие содержания паспорта научной специальности**

Диссертация выполнена в соответствии со следующими разделами Паспорта номенклатуры специальностей научных работников (технические науки): - по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 - Энергетические системы и комплексы):

пункт-3 «Разработка, исследование, совершенствование действующих и освоение новых технологий и оборудования для производства электрической и тепловой энергии, использования органического и альтернативных топлив, и возобновляемых видов энергии...» относится к созданной физической модели, которая позволяет проверять состояние элементов заземлителя с целью оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания;

пункт-4 «Разработка научных подходов, методов, алгоритмов, технологий конструирования и проектирования, контроля и диагностики, оценки надежности основного и вспомогательного оборудования энергетических систем, станций и энергокомплексов...» относится к разработанной программе обеспечения устройства автоматизированной системы для оценки надежности и электробезопасности в энергетике;

пункт-7 – «Разработка цифровых и физических методов анализа и мониторинга режимных параметров основного оборудования электростанций, подстанций, электрических сетей, ЭС» относится обоснование разработанного устройства для проверки состояния элементов заземлителя, которое функционирует за счет постоянного наблюдения исследуемых факторов.

## **6. Апробация и публикация результатов диссертационной работы**

Основные материалы и результаты исследования 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 ВАК

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.

## **7. Замечания по диссертации**

7.1. В работе не рассматриваются возможные ограничения и слабые места разработанной системы. Например, как система будет работать при экстремальных погодных условиях или при высоких токах короткого замыкания? Анализ таких рисков мог бы сделать исследование более полным.

7.2. Отсутствие экономического анализа внедрения. Важным аспектом для оценки перспективности разработки является экономическая целесообразность ее внедрения. Было бы полезно привести расчет затрат на реализацию системы.

7.3. Как датчики влажности реагируют на продолжительное нахождение в грунте? Не ухудшаются ли их характеристики со временем?

7.4. В некоторых местах встречаются излишне длинные предложения, которые затрудняют восприятие текста.

Высказанные замечания не снижают достоинств диссертационной работы Сайфиддинзода О.С., её основные положения достаточно полно раскрыты в автореферате и публикациях докторанта PhD.

Работа составлена логично, читается с интересом, основные результаты опубликованы. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

## **8. Общее заключение**

Тема диссертации Сайфиддинзода О.С. важна и актуальна. Работу следует отнести к специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы). Основные результаты диссертации являются новыми. Решен ряд достаточно трудных задач по оценке надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания.

В целом диссертация является завершенным научным исследованием, вносящим заметный вклад в энергетической отрасли Республики Таджикистан. Автореферат диссертации полно и правильно отражает её содержание.

Представленные в диссертации результаты будут востребованы в дальнейших изысканиях по изучению и использованию разработанной автоматизированной системы, обеспечивающего надежность и безопасность электрооборудования. Она может быть интересна для научных и образовательных учреждений, в которых ведутся исследования по данной тематике. Кроме того, полученные результаты могут служить материалом для различных университетских курсов и спецкурсов.



Диссертационная работа **Сайфиддинзода Одилджона Сайфиддина** на тему: «Автоматизированная система оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания» соответствует требованиям «Положению о порядке присуждения ученых степеней» Приложение 2 к постановлению Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 года, №267, а её автор – **Сайфиддинзода Одилджон Сайфиддин** заслуживает присуждения ученой степени доктора философии (PhD) – доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 – Энергетические системы и комплексы).

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании кафедры «Релейная защита и автоматика» Института энергетики Таджикистана. "27" 02 2025 г., протокол № 7.

**Председатель заседания:** Заведующий кафедрой «Релейная защита и автоматика» Института энергетики Таджикистана, к.т.н.



**Гулов Диловар  
Юсуфович**

**Эксперт:** Старший преподаватель кафедры «Релейная защита и автоматика» Института энергетики Таджикистана, к.т.н.



**Носиров Исмоил  
Сафарович**

**Секретарь заседания:** старший преподаватель кафедры «Релейная защита и автоматика» Института энергетики Таджикистана, к.т.н.



**Махсумов Илхом  
Бурхонович**

Подписи к.т.н. Д.Ю. Гулова, к.т.н. И.С. Носирова и к.т.н. И.Б. Махсумова заверяю:

Начальник отдела кадров и специальных работ Института энергетики Таджикистана



**З.А. Каримов**

Институт энергетики Таджикистана,  
Республика Таджикистан, р-н. Кушониён, п.г.т., Бохтариён,  
ул. Н.Хусрав, 73, Тел.: +992909222424  
E-mail: info@tpei.tj

С отзывом ознакомлен 07.03.2025  
