

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

*экспертной комиссии диссертационного совета 6D.КОА-049 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими по диссертационной работе Сайфиддинзода Одилджона Сайфиддина на тему: «Автоматизированная система оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания», представленной на соискание ученой степени доктора философии (PhD) доктора по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 - Энергетические системы и комплексы).*

Экспертная комиссия диссертационного совета 6D.КОА-049 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими (по адресу: 734042, город Душанбе, проспект академиков Раджабовых, 10А), назначенная решением совета от 10 января 2025 года в составе: председателя – доктора технических наук, члена диссертационного совета Юлдашева Зарифджана Шарифовича и членов комиссии – кандидата технических наук, доцента, члена диссертационного совета Рахимзода Джамшеда Бобомуроода и кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Электроснабжение» Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими Исмоилова Фирдавса Олимшоевича, рассмотрев диссертационную работу соискателя **Сайфиддинзода Одилджона Сайфиддина**, представляет следующее заключение:

Диссертационная работа Сайфиддинзода Одилджона Сайфиддина на тему «Автоматизированная система оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания» соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» утвержденного постановлением Правительства Республики Таджикистан от 30 июня 2021 № 267 года (в редакции пост. Правительства РТ от 26.06.2023 г. № 295).

**Актуальность 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 автоматически 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.

**Цель работы:** обоснование возможности и создание автоматизированной системы оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания при постоянном мониторинге элементов ЗУ.

Для достижения заявленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Анализ факторов, влияющих на надежность электрооборудования и безопасность его обслуживания, и обоснование их взаимосвязи с заземляющими устройствами.

2. Анализ существующих методов оценки показателей надежности и безопасности электрооборудования.

3. Разработка компьютерной и физической модели автоматизированной системы оценки надежности электрооборудований и безопасности его обслуживания.

4. Разработка программного обеспечения автоматизированной системы оценки надежности и безопасности.

5. Оценка надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания при применении разработанной автоматизированной системы.

**Объект исследования:** заземляющее устройство электрооборудования различного вида и назначения.

**Предмет исследования:** установление возможностей применения разработанной автоматизированной системы для оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания при постоянном мониторинге состояния элементов ЗУ.

**Методологические основы диссертационного исследования:** в основе данной диссертационной работы лежат исследования таких ученых, как В.И. Щуцкий, А.И. Сидоров, Н.И. Воропай, З.Ш. Юлдашев, А.Я. Абдурахмонов, М.Б. Инояттов, Ю.Б. Гук, В.Г. Китушин, В.А. Непомнящий, Ю.Н. Руденко, М.Н. Розанова, В.В. Бургсдорф, А.И. Якобс, Р.Н. Карякин, Н.П. Катигроб, и других ученых, внесших большой вклад в исследования методов оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания.

**Достоверность научных положений, полученных результатов и выводов** заключается в корректном использовании математических моделей для определения состояния заземляющих устройств с целью оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания.

**Методы исследования.** В качестве основных методов исследования применялись методы физического и математического моделирования процессов ухудшения состояния элементов заземлителя, логико-вероятностный метод для оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания. При разработке физической модели устройства для проверки состояния заземлителя использовалась вычислительная система автоматизированного проектирования Proteus.

**Научная новизна основных положений и результатов, выносимых на защиту:**

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

**Практическая значимость и реализация ее результатов:**

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

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. 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 Главном управлении эксплуатации гидро- и тепловых станций и распределения электроэнергии Открытого Акционерного Общества «Барки Точик».

**Тема и содержание диссертации** соответствуют паспорту специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 - Энергетические системы и комплексы) (п.3, п.4, п.7) по которой диссертационному совету 6D.КОА-049 представлено право принимать к защите диссертации.

**Оформление диссертации и автореферата** соответствуют предъявляемым требованиям, содержание автореферата отражает содержание диссертации.

**Соответствие содержания автореферата содержанию диссертации.**

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

**Отражение в опубликованных работах соискателя основных результатов диссертационного исследования:** По результатам выполненных исследований опубликованы 14 печатных работ, из которых: 3 статьи, входящих в перечень рекомендованных ВАК при Президенте РТ и ВАК РФ; 2 статьи в журналах конференций, входящие в базу данных SCOPUS; 1 малый Патент Республики Таджикистан и 1 авторское свидетельство; 7 статей на международных, республиканских и других конференциях. Содержание статей отражает основные результаты диссертационного исследования.

**Полнота изложения.** Текст диссертации изложен в полном объеме с соблюдением логической последовательности.

В качестве официальных оппонентов по диссертации комиссия диссертационного совета 6D.КОА-049 рекомендует назначить следующих специалистов:

- доктора технических наук, доцента **Грачеву Елену Ивановну**, профессор кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»;
- кандидата технических наук **Рахматулова Ашурали Зокировича**, начальник отдела «Распределения и потерь электроэнергии» филиала ОАО «Распределительные электрические сети», г. Бохтар.

В качестве ведущей организации рекомендуется **Институт энергетики Таджикистана**, Хатлонская область, район Кушониён, Республика Таджикистан.

Экспертная комиссия, рассмотрев диссертационную работу Сайфиддинзода О.С., рекомендует диссертационному совету 6D.КОА-049 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими принять к защите диссертационную работу Сайфиддинзода Одилджона Сайфиддина на тему: «Автоматизированная система оценки надежности электрооборудования и безопасности его обслуживания» по специальности 6D071800 – Электроэнергетика (6D071804 - Энергетические системы и комплексы). Также

рекомендует разрешить размещение объявления о защите, текста диссертации и автореферата на официальном сайте Таджикского технического Университета имени академика М.С. Осими и на официальном сайте ВАК при Президенте РТ, а также публикацию и рассылку автореферата.

**Председатель комиссии:**

доктор технических наук



Юлдашев З.Ш.

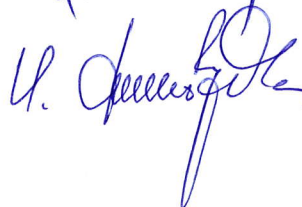
**Члены комиссии:**

кандидат технических наук, доцент



Рахимзода Дж.Б.

кандидат технических наук, доцент



Исмоилов Ф.О.

**Подписи верны:**

Ученый секретарь диссертационного  
совета 6D.KOA-049 к.т.н., доцент



20.01.2025.



Султонзода Ш.М.