

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева-КАИ

Белорусский национальный технический университет



**Международная молодежная
научная конференция**

**«XXV ТУПОЛЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ
(школа молодых ученых)»,**

**посвященная 60-летию со дня осуществления
Первого полета человека в космическое пространство
и 90-летию Казанского национального исследовательского
технического университета им. А.Н. Туполева-КАИ**



ТОМ III

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

СБОРНИК ДОКЛАДОВ

Казань 2021

УДК 629.7(082)
ББК 39.5Я43
Туп 85

Туп 85 XXV Туполевские чтения (школа молодых ученых): Международная молодёжная научная конференция, 10–11 ноября 2021 года: Материалы конференции. Сборник докладов. – В 6 т.; Т. 3. – Казань: Изд-во ИП Сагиева А.Р., 2021. – 715 с.: ил.

ISBN 978-5-6045150-8-2

ISBN 978-5-6047603-3-8

В сборнике представлены тексты докладов участников Международной молодёжной научной конференции «XXV Туполевские чтения (школа молодых ученых)», посвященные актуальным вопросам и проблемам развития аэрокосмических технологий, машиностроения, энергетики, приборостроения, информационных, инфокоммуникационных, радиоэлектронных технологий, а также социально-экономические аспекты создания аэрокосмической техники.

*Материалы докладов публикуются в авторской редакции.
Ответственность за аутентичность и точность имен, названий и иных сведений,
а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности
несут авторы публикуемых материалов.*

Редакционная коллегия:

Аникин И.В., д.т.н., профессор; **Бабушкин В.М.**, д.т.н., доцент;
Беляев В.А., д.полит.н., профессор; **Варсегов В.Л.**, д.т.н.;
Вершинин И.С., к.т.н., доцент; **Гайнутдинов В.Г.**, д.т.н., профессор;
Гайсин А.Ф., д.т.н., доцент; **Галимов Э.Р.**, д.т.н., профессор;
Гатауллина И.А., д.и.н., доцент; **Гильмутдинов А.Х.**, д.ф.-м.н., профессор; **Глебов Г.А.**,
д.т.н., доцент; **Гортышов Ю.Ф.**, д.т.н., профессор;
Данилаев М.П., д.т.н., профессор; **Денисов Е.С.**, к.т.н., доцент;
Евдокимов Ю.К., д.т.н., профессор; **Зайдуллин С.С.**, к.т.н., доцент;
Захаров О.Г., к.т.н.; **Козлов С.В.**, д.т.н., доцент; **Костин В.А.**, д.т.н., профессор;
Мингазов Б.Г., д.т.н., профессор; **Михайлов С.А.**, д.т.н., профессор;
Морозов О.Г., д.т.н., профессор; **Надеев А.Ф.**, д.ф.-м.н., профессор; **Насыбуллин А.Р.**,
к.т.н., доцент; **Низамеев И.Р.**, к.х.н., доцент;
Новикова С.В., д.т.н., доцент; **Нугуманова Л.Ф.**, д.э.н., доцент;
Першин Е.А., к.т.н.; **Попов И.А.**, д.т.н., профессор;
Сабирзянов А.М., к.филос.н., доцент; **Саиткулов В.Г.**, д.т.н., профессор;
Саттаров А.Г., д.т.н.; **Сафаргалиев М.Ф.**, к.э.н., доцент;
Сиразетдинов Р.Т., д.т.н., доцент; **Солодухо Н.М.**, д.филос.н., профессор;
Тимеркаев Б.А., д.ф.-м.н., профессор; **Файзуллин Р.Р.**, д.т.н., доцент;
Ференец А.В., к.т.н., с.н.с.; **Хабибуллин Ф.Ф.**, к.т.н.;
Халиулин В.И., д.т.н., профессор; **Чермошенцев С.Ф.**, д.т.н., профессор; **Шарнин Л.М.**,
д.т.н., профессор; **Шлеймович М.П.**, к.т.н., доцент;
Юнусов Р.Ф., к.т.н., доцент; **Якупов З.Я.**, к.ф.-м.н., доцент;
Янбаев Р.М., к.т.н.; **Яхина Р.Р.**, к.фил.н., доцент.

ISBN 978-5-6045150-8-2

ISBN 978-5-6047603-3-8

© Оформление. Изд-во ИП Сагиева А.Р., 2021

© Авторы докладов, 2021

3. Давидовская Е.И., Дубровский А.С., Зельманский О. Б. Дыхательная недостаточность: техническое обеспечение диагностики и респираторной поддержки // Доклады БГУИР. 2020. №8. - С.31.
4. Федотов А.А., Акулов С.А. Измерительные преобразователи биомедицинских сигналов систем клинического мониторинга. М.: Радио и связь, 2013 - 210 с.
5. Терентьева Н.Г., Терентьева Е.В., Стыценко М.А. Перспективы применения носимой электроники для определения физического состояния сотрудников на основе физиологических показателей // Инновационные аспекты развития науки и техники. 2021. №6. - С.263.
6. Борисов Д.Н., Иванов В.В. Организационная телемедицина // Врач и информационные технологии. 2017. №3. - С.113.
7. Баранов В.А., Печерская Е.А., Сафронов М.И., Тимохина О.А. Информационно-измерительная система для телемедицинского мониторинга состояния больного covid-19 // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. 2021. №1 (35). - С.86.
8. Портативный измеритель уровня оксигенации и частоты пульса пат. №RU194911U1; заявл. 15.11.2019; опубл. 30.12.2019. URL: https://yandex.ru/patents/doc/RU194911U1_20191230 (Дата обращения: 17.09.2021).

**DEVELOPMENT PROSPECTS OF INFORMATION-MEASURING
DEVICES IN TELEMEDICINE UNDER THE INFLUENCE OF THE COVID-19
PANDEMIC USING THE EXAMPLE OF A PULSE OXIMETER**

Galeeva A.N.

galeeva.als@yandex.com

Supervisor: A.V. Berdnikov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
(*Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan*)

The article consists of the impact of the novel coronavirus infection COVID-19 on the popularization of portable pulse oximeters for the diagnosis of disease and the development of telemedicine devices. A possible embodiment of a portable pulse oximeter as part of a telemedicine system is presented on the example of an existing patent.

УДК 621.3.048

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЛЭП ПОСРЕДСТВОМ
ВНЕДРЕНИЯ МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ**

Галиева Т.Г., Иванов Д.А.

79534929817@yandex.ru

Научный руководитель: М.Ф. Садыков, д.т.н., доцент
(*Казанский государственный энергетический университет, г. Казань*)

Аннотация. Изоляция с течением времени деградирует, теряет свои диэлектрические свойства и все больше подвергается микропробоям, которые могут привести к полному пробое и выходу из рабочего состояния. В связи с этим, постоянный «онлайн» контроль изоляционных элементов является актуальной задачей на сегодняшний день. В работе предлагается метод для определения дефектов в высоковольтных изоляторах (ВИ) с помощью RSSI. Метод предлагается внедрить в систему мониторинга ЛЭП СМГ-16.

Введение

Частичные разряды (ЧР) являются основным механизмом старения и разрушения твердых изоляционных материалов, подвергающихся высоким напряжениям. Поэтому

измерение и анализ ЧР является перспективным методом диагностики электроизоляции для любого вида электрооборудования [1-3]. Однако его эффективность для диагностики высоковольтных изоляторов все еще требует исследований. Точная локализация источника ЧР является важной задачей для мониторинга неисправностей изоляции высоковольтного оборудования или всей подстанции. Благодаря преимуществам высокой чувствительности и быстрой частоты дискретизации, локализация ЧР на основе системы обнаружения ОВЧ и УВЧ является одним из наиболее широко используемых методов на практике, а также является актуальным направлением текущих исследований. С помощью обнаружения ЧР и проведения анализа их развития можно выявлять дефекты на ранних стадиях, тем самым прогнозируя техническое состояние и запланировать ремонт [3].

Локализация источников ЧР

Локализация источников ЧР делится на 3 основных укрупненных направления, имеющих один принцип работы: метод разницы во времени прибытия (time difference of arrival - TDOA), метод определения направления прибытия (direction of arrival - DOA), метод индикатора уровня принятого сигнала (received signal strength indicator - RSSI) [4]. Далее они отличаются различными подходами к обработке, устранению шумов и представлению результатов.

Существующие методы, используемые для локализации ЧР, включая время прибытия (TOA) и разницу во времени прибытия (TDOA), являются сложными и дорогостоящими, поскольку они требуют синхронизации времени. В этой статье предложен алгоритм локализации на основе уровня принимаемого сигнала (RSSI).

Данный метод отличается высокой помехозащищенностью и стабильностью. Метод позволит регистрировать высокочастотные сигналы (ВЧ) от частичных разрядов (ЧР) и определять их местоположение, а точнее определять дефектный ВИ.

Для определения местоположения источника разряда необходимо создать базу данных сигналов RSSI от ЧР, далее местоположение определяется с помощью сравнения полученных сигналов с имеющейся базой. На лабораторном стенде [5] устанавливаются ВИ, идентично реальным условиям эксплуатации. С помощью высоковольтного источника АИД-70М в каждом ВИ создаются ЧР с заранее известной амплитудой и таким образом создается база данных.

Далее с помощью электромагнитно датчика проводятся измерения сигналов RSSI и сравниваются с базой данных, выявляя тем самым, в каком ВИ происходят разряды и с какой амплитудой.

Электромагнитный датчик, способный регистрировать высокочастотные разряды, строится на базе RTL-SDR модуля с интерфейсом UART. Для измерения высокочастотных импульсов ЧР рассматриваются частоты от 100 до 2000 МГц. Синхронизация с фазой позволит классифицировать дефекты в изоляторе.

После цифровой обработки в АЦП полученные данные с датчиков обрабатываются в микроконтроллере и передаются на устройство хранения (рис.1).

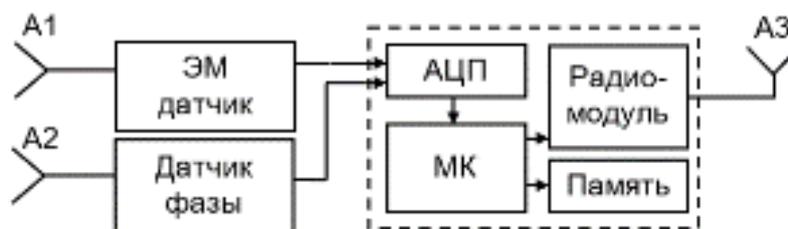


Рис. 1. Блок-схема бесконтактного диагностического устройства: А1 – антенна ЭМ датчика, А2 – антенна датчика фазы, А3 – антенна для передачи данных, АЦП – аналого-цифровой преобразователь, МК – микроконтроллер

Усовершенствование системы мониторинга ЛЭП

Разработанный метод диагностики изоляторов ЛЭП предлагается внедрить в систему мониторинга ЛЭП СМГ-16 [6]. Система диагностирует ЛЭП в режиме «онлайн» на наличие механических нагрузок, в т.ч. гололеда на проводах ЛЭП. Устройства системы устанавливаются на каждый фазный провод. Для системы разработано программное обеспечение с указанием местоположения аварии или предаварийной ситуации.



Рис. 2. Устройство контроля для системы мониторинга состояния ЛЭП СМГ-16, установленное на ЛЭП 35 кВ в ПАО «Татнефть».

Результаты

Внедрение метода диагностики высоковольтных изоляторов с помощью RSSI в СМГ-16 позволит осуществлять не только мониторинг проводов ЛЭП, но и ВИ, что обеспечит полный контроль на ЛЭП в режиме «онлайн».

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-38-90145.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ephraim T. Iorkyase, Christos Tachtatzis, Pavlos Lazaridis, Ian. A. Glover, Robert. C. Atkinson. Low Complexity Wireless Sensor System for Partial Discharge Localisation // in IET Wireless Sensor Systems, January 2019 with 185 Reads, p/ 984-992, DOI: 10.1049/iet-wss.2018.5075
2. Raymond W.J. K., Ilias H. A., Bakar A. H., Mokhlisa H. Partial discharge classifications: Review of recent progress. Measurement, Volume 68, May 2015, Pages 164-181, DOI: 10.1016/j.measurement.2015.02.032
3. Ivanov D., Sadykov M., Golenischev-Kutuzov A., Galieva T. and Naumov A. Method for the diagnosis of high-voltage dielectric elements during operation based on dynamic registration of electromagnetic radiation // E3S Web of Conferences - RSES 2020. 2020. September 21-26, 2020. Kazan, 2020. Vol. 216.
4. Long J., Wang X., Zhou W., Zhang J., Dai D. and Zhu G. A Comprehensive Review of Signal Processing and Machine Learning Technologies for UHF PD Detection and Diagnosis (I): Preprocessing and Localization Approaches," in IEEE Access, vol. 9, pp. 69876-69904, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3077483.
5. Галиева Т.Г., Иванов Д.А. Лабораторный стенд для разработки метода непрерывного неразрушающего контроля технического состояния изоляционного оборудования энергетического комплекса // Динамика нелинейных дискретных электротехнических и электронных систем: материалы XIV Всерос. науч.-техн. конф. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2021. – С. 488-489
6. Ярославский Д.А. Система автоматизированного мониторинга гололедных отложений воздушных линий электропередач на основе инклинометрическо-метеорологического метода:

диссертация кандидата технических наук: 05.11.13 / Ярославский Д.А.; [Место защиты: КГЭУ]. - Казань, 2017. – 135 с.

MODERNIZATION OF THE POWER LINE MONITORING SYSTEM THROUGH THE INTRODUCTION OF A METHOD FOR DIAGNOSING HIGH-VOLTAGE INSULATORS

Tatyana Galieva, Dmitry Ivanov

79534929817@yandex.ru

Supervisor: Marat Sadykov, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor
(*Kazan State Power Engineering University, Kazan*)

Abstract. The efficiency and reliability of energy transmission is determined by the state of the power supply networks. Therefore, monitoring the technical condition of overhead power lines (power lines) allows us to solve many problems in this area and is an urgent direction. When examining power transmission lines, it becomes necessary to determine the sagging boom of the overhead line wire, since this is the most important parameter [1-3], and many monitoring systems are aimed precisely at determining it. In this regard, a method was proposed for determining the boom of the wire sag by the period of its own oscillations, taking into account the difference in the heights of the suspension points. To verify the developed method, full-scale tests were carried out on 110 kV power lines.

УДК 658.71

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ В ОРГАНИЗАЦИИ

Галимзянова Э.Б.

egalimzyanova98@mail.ru

Научный руководитель: А.И. Сойко, к.т.н., доцент
(*Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань*)

В статье поднимается тема оптимизации материально-производственных запасов. На примере конкретной организации, занимающейся обслуживанием и ремонтом автомобилей, с помощью анализа деятельности выявляется, насколько эффективна политики в области управления запасами предприятия. Рассматривается ряд проблем, связанных с оптимизацией размеров запасов и возможные пути решения для данной организации с целью дальнейшей разработки собственной модели.

Сложившаяся экономическая ситуация в России определяет новые методы улучшения состояния предприятия, одним из таких методов является грамотное управление материально - производственными запасами.

Управление материальными запасами можно отнести к одной из ключевых задач управления предприятием. Несмотря на вековую историю развития, управление запасами по-прежнему представляет собой проблемную зону менеджмента. Трудности заключаются в том, что увеличение уровня запасов с целью снижения риска отказа потребляющему звену, может привести к росту объема замороженного капитала, потери гибкости системы управления и торможению развития качества обслуживания. Таким образом, состояние запасов оказывает влияние на финансовое состояние и финансовые результаты деятельности предприятия, в результате это приводит к снижению конкурентоспособности.

На современном этапе создаются новые условия для организации запасов предприятий с разнообразным видом деятельности. Предприятия пересматривают существующие методы и системы управления запасами, вносят идеи и корректировки для дальнейшего внедрения