



КГЭУ

**ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2024
«ЭНЕРГЕТИКА И ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»**

**Международная молодежная научная конференция
(Казань, 24–26 апреля 2024 г.)**

Материалы конференции

В томах

ТОМ 1



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»**

**ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2024 «ЭНЕРГЕТИКА И
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ»**

Международная молодежная научная конференция
(Казань, 24-26 апреля 2024 г.)

Электронный сборник статей по материалам конференции

В четырех томах

ТОМ 1

*Под общей редакцией ректора КГЭУ
Э. Ю. Абдуллазянова*

Казань 2024

УДК 621.311+51+53+620.22+502+614.8+620.92

ББК 31+32+22+68.9+38.9

М43

Рецензенты:

профессор ФГБОУ ВО НИУ «МЭИ»,
доктор технических наук, доцент К. В. Суслов;

проректор по РиИ ФГБОУ ВО «КГЭУ»,
доктор технических наук, доцент И. Г. Ахметова

Редакционная коллегия:

Э. Ю. Абдуллазянов (гл. редактор); И. Г. Ахметова (зам. гл. редактора),
Д.А. Ганеева

М43 Международная молодежная научная конференция
«Тинчуринские чтения – 2024 «Энергетика и цифровая
трансформация»: электронный сборник статей по материалам
конференции: [в 4 томах] / под общей редакцией ректора КГЭУ
Э. Ю. Абдуллазянова. – Казань: КГЭУ, 2024. – Т. 1. – 767 с.

ISBN 978-5-89873-663-7 (общий)

ISBN 978-5-89873-664-4 (т. 1)

В электронном сборнике представлены статьи по материалам Международной молодежной научной конференции «Тинчуринские чтения – 2024 «Энергетика и цифровая трансформация», в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области тепло-и электроэнергетики, ресурсосберегающих технологий в энергетике, энергомашиностроения, инженерной экологии, электромеханики и электропривода, фундаментальной физики, современной электроники и компьютерных информационных технологий, экономики, социологии, истории и философии.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетики, а также для студентов вузов энергетического профиля.

Статьи публикуются в авторской редакции. Ответственность за содержание статей возлагается на авторов.

УДК 621.311+51+53+620.22+502+614.8+620.92

ББК 31+32+22+68.9+38.9

ISBN 978-5-89873-663-7 (общий)

© КГЭУ, 2024

ISBN 978-5-89873-664-4 (т. 1)

Способ предназначен для использования в системе неразрушающего контроля состояния высоковольтной изоляции, основанной на методе поверхностного мониторинга параметров ЧР [5]. Разработанный метод является удобным и масштабируемым и может быть легко усовершенствована для подключения большего количества датчиков, что будет способствовать дополнительному повышению степени достоверности определения дефектных ВИ.

Источники

1. Голенищев-Кутузов А.В., Голенищев-Кутузов В.А., Марданов Г.Д. и др. Дистанционная диагностика высоковольтных изоляторов // Дефектоскопия. 2016. № 6. С. 75–82.

2. Wong R.L. Application of very high frequency method to ceramic insulators // IEEE Transactions of Dielectrics and Electrical Insulation. 2004. V. 11. P. 1057–1064.

3. Иванов Д.А., Галиева Т.Г., Голенищев-Кутузов А.В., Садыков М.Ф., Калимуллин Р.И., Семенников А.В. Детектирование акустических сигналов частичных разрядов на дефектах изоляционного оборудования // Омский научный вестник. 2021. № 6 (180). С. 48–55.

4. Голенищев-Кутузов А.В., Голенищев-Кутузов, В.А., Иванов Д.А. и др. Дистанционная диагностика дефектов в высоковольтных изоляторах в процессе эксплуатации // Дефектоскопия. 2018. № 10. С. 10–14.

5. Голенищев-Кутузов А.В., Ахметвалеева Л.В., Еникеева Г.Р. и др. Дистанционная диагностика дефектов в высоковольтных изоляторах // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2020. № 22(2). С. 117–127.

УДК 621.315.62

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯТОРОВ С ПОМОЩЬЮ БИБЛИОТЕКИ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ PYTORCH

Вагапов Айдар Ильшатович¹, Маслов Савелий Юрьевич²

Науч. рук. д-р техн. наук, доц. Иванов Дмитрий Алексеевич

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹aydar.vagapoff@yandex.ru, ²saveli2000@gmail.com

В данной статье рассматривается применение машинного обучения и библиотеки глубокого обучения *PyTorch* для анализа состояния изоляторов. Эта

технология предоставляет возможность автоматической оценки состояния изоляционных материалов и систем, что обеспечивает надежность, долговечность и безопасность электроэнергетических систем. Используя алгоритмы обучения, такие как сверточные нейронные сети, можно извлекать значимые признаки из данных о состоянии изоляторов и предсказывать их остаточный ресурс.

Ключевые слова: высоковольтные линии электропередачи, изоляторы, информационные технологии, машинное обучение, энергоэффективность.

APPLYING MACHINE LEARNING TO ANALYZE THE STATE OF INSULATORS USING THE PYTORCH DEEP LEARNING LIBRARY

Vagapov Aidar Ilshatovich¹, Maslov Saveliy Yurievich²

Scientific advisor Ivanov Dmitriy A.

^{1,2} KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan

¹aydar.vagapoff@yandex.ru, ²saveli2000@gmail.com

This article discusses the use of machine learning and the deep learning library PyTorch for analyzing the condition of insulators. This technology provides the ability to automatically assess the condition of insulating materials and systems, which ensures the reliability, durability and safety of electrical power systems. Using learning algorithms such as convolutional neural networks, it is possible to extract meaningful features from insulator condition data and predict their residual life.

Keywords: power transmission line, insulators, information technology, machine learning, energy efficiency.

Активное развитие энергетической отрасли в рамках стратегии развития России до 2030 года приводит к необходимости эффективного использования природных, используемых в электроэнергетике, ресурсов, в том числе к потенциальному развитию энергетического сектора с целью получения устойчивой экономики и ее укреплению на мировом рынке, а также улучшения качества жизни населения страны.

Для эффективной работы энергетических компаний важна не только выработка электрической энергии, но и ее передача к конечным потребителям, для этой цели, как правило, используются высоковольтные линии электропередачи (ВЛЭП). В связи с этим мониторинг состояниях их основных элементов, является одной из ключевых задач, решаемых такими компаниям [1].

В частности, особое внимание стоит уделить такому важному конструктивному элементу как изолятор, основным назначением которого является предотвращение протекания тока через опоры ВЛЭП, а также

фиксация провода. Выход из строя изолятора, может вызвать огромные потери как в экономическом, так и в энергетическом плане [2-3].

В связи с этим в рамках данной статьи предложен метод определения наружного дефекта изоляторов при помощи внедрения информационных технологий (машинного зрения), в частности библиотеки *PyTorch*, применяемой для обработки состояния высоковольтных изоляторов [4-5]. Работа программы начинается с ввода изображения изолятора, далее происходит процесс обработки полученных данных, в виде сортировки данных повреждённой и нарушенной изоляцией, после чего информация передается в блок обучения, где сравнивается с тренировочной моделью. Анализируя данные (обучаясь), программа делает вывод о состоянии изолятора. Блок-схема работы программы представлена на рисунке 1.

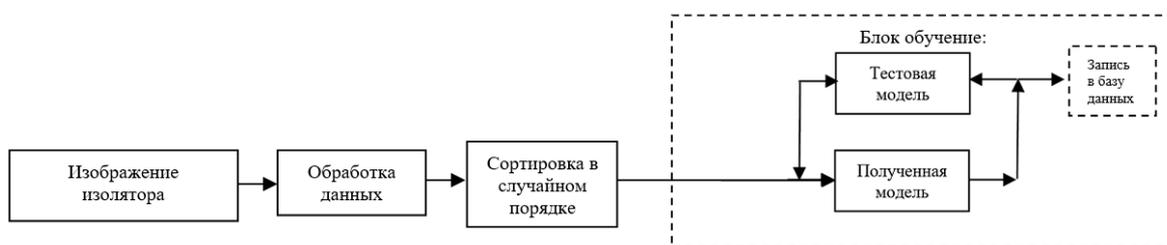


Рис. 1. Упрощенная блок-схема работы программы

Для проверки работоспособности программы в нее были загружены изображения рабочих и содержащих дефекты изоляторов (см. рисунок 2).



Рис. 2. Изображение изоляторов (слева полностью рабочий, справа с дефектом)

Результаты работы программы

№ изолятора	Вероятность рабочего состояния	Вероятность дефекта
1 (рабочий)	0,9997	0,0003
2 (с дефектом)	0,0031	0,9969

Вывод: применение технологии машинного обучения позволяет путем внешнего осмотра с достаточной точностью получить информацию о состоянии анализируемого изолятора.

Источники

1. Распоряжение Правительства РФ от 13.11.2009 N 1715-р «Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года».

2. Несенюк Т.А. Диагностирование изолирующих конструкций // Транспорт Урала. 2011. №3(30). С. 69–71.

3. Методические указания по дистанционному оптическому контролю изоляции воздушных линий электропередачи и распределительных устройств переменного тока напряжением 35-1150 кВ. СТО 56947007-29.240.003-2008.

4. Продвинутое использование библиотеки PYTORCH: от подготовки данных до визуализации [Электронный ресурс]. <https://habr.com/ru/articles/553716/> (дата обращения: 25.02.24).

5. Пойнтер Ян Программируем с PyTorch: Создание приложений глубокого обучения. СПб.: Питер, 2020. 256 с.