



ИНТЕР РАО
ЭЛЕКТРОГЕНЕРАЦИЯ



V Всероссийская
научно-практическая конференция
**«Проблемы и перспективы развития
электроэнергетики и электротехники»**,
посвященная 55-летию КГЭУ

11-12 октября 2023 г. Казань

Материалы конференции

В двух томах

Том I

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

V ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
(С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ) КОНФЕРЕНЦИЯ,
ПОСВЯЩЕННАЯ ПРАЗДНОВАНИЮ 55-ЛЕТИЯ КГЭУ
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

11–12 октября 2023 г.

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

В двух томах

Том 1

Под общей редакцией ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова

Казань
2023

УДК 621.3
ББК 31.2
П78

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «КГЭУ» *И.В.Ившин*,
доктор технических наук, профессор филиала ФГБОУ ВО «УГНТУ»
в г. Салавате *Р.Г.Вильданов*

Редакционная коллегия:

Э.Ю.Абдуллазянов (гл.редактор), И.Г.Ахметова, Р.Р. Гибадуллин,
В.Р. Иванова

П78 **V Всероссийская научно-практическая (с международным участием) конференция, посвященная празднованию 55-летия КГЭУ: «Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники»:** матер. конф. (Казань, 11–12 октября 2023 г.): в 2 т. / под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. – Казань: КГЭУ, 2023. – Т. 1. – 482 с.

ISBN 978-5-89873-642-2 (т. 1)

ISBN 978-5-89873-644-6

В сборнике представлены материалы V Всероссийской научно-практической (с международным участием) конференции, посвященной празднованию 55-летия КГЭУ «Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники» по следующим научным направлениям:

1. Проектирование и эксплуатация объектов электроэнергетики.
2. Энерго-и ресурсосбережение промышленных и коммунальных предприятий.
3. Энергосиловое оборудование, электропривод и автоматизация.
4. Малая энергетика, возобновляемые источники энергии, светотехника.
5. Перспективы развития электроэнергетики.

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

Ответственность за содержание материалов докладов возлагается на авторов.

УДК 621.3
ББК 31.2

ISBN 978-5-89873-642-2 (т. 1)
ISBN 978-5-89873-644-6

© Казанский государственный
энергетический университет, 2023

6. Уфимцева, С. Н. Сложности внедрения BIM-технологий в строительную организацию / С. Н. Уфимцева. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2022. – № 11 (406). – С. 185-188. – URL: <https://moluch.ru/archive/406/89522/> (дата обращения: 18.05.2023).

7. Абалтусов, Ю. А. BIM-технологии. Проблемы их внедрения и перспективы развития в строительстве и проектировании / Ю. А. Абалтусов, В. В. Чатуров. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 25 (263). – С. 151-153. — URL: <https://moluch.ru/archive/263/60897/> (дата обращения: 18.05.2023).

8. Агзамов, М. Ф. Моделирование системы электроснабжения для анализа условий перспективного развития отдельной территории / М. Ф. Агзамов, Э. Ф. Хакимзянов, Р. Р. Гибадуллин // Тинчуринские чтения - 2022 "Энергетика и цифровая трансформация" : Сборник статей по материалам конференции. В 3-х томах, Казань, 27–29 апреля 2022 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова. Том 1. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2022. – С. 167-169.

9, Каримуллин, С. М. Аудит электрооборудования подстанций / С. М. Каримуллин, Л. В. Фетисов // Актуальные проблемы электроэнергетики : материалы VI Всероссийской (XXXIX Региональной) научно-технической конференции, посвящается 100-летию плана ГОЭЛРО, Нижний Новгород, 17–18 декабря 2020 года. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2020. – С. 192-196. – DOI 10.46960/39255930_2020_192. – EDN WYVNIU.

УДК 629.7

ПРИМЕНЕНИЕ ЛИДАРА ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ВЛЭП

¹Вагапов Айдар Ильшатович, ²Хамидуллин Ильдар Ниязович,
³Маслов Савелий Юрьевич

Науч. рук. к-т техн. наук, доцент. Иванов Дмитрий Алексеевич
^{1,2,3} ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹aydar.vagapoff@yandex.ru, ²ildar.ildar-xam2017@yandex.ru, ³saveli2000@gmail.com

Аннотация: для анализа состояния воздушных линий электропередачи применяется как правило метод непосредственного осмотра инженерами энергетиками, либо облет части линии при помощи летательный аппаратов, зачастую используют вертолет с установленными на нем различными датчиками. В свою очередь данные методы являются достаточно трудоемкими, дорогостоящими, к тому же непосредственный осмотр затрачивает достаточно много времени и не является особо точным, а потому его применение не всегда целесообразно. В данной статье предложено

возможное решение данной проблемы, а именно применение технологии «Лидар» для осмотра состояния ВЛЭП.

Ключевые слова: лидар, воздушные линии электропередачи, мониторинг, электрическая энергия, энергоэффективность.

APPLICATION OF LIDAR FOR ANALYSIS OF THE STATE OF OTL

¹Vagapov Aidar Ilshatovich, ²Khamidullin Ildar Niyazovich, ³Maslov Savely Yurievich
Scientific advisor Ivanov Dmitry Alekseevich
^{1,2,3} KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan
¹aydar.vagapoff@yandex.ru, ²ildar.ildar-xam2017@yandex.ru, ³saveli2000@gmail.com

Abstract: to analyze the state of overhead power lines, as a rule, the method of direct inspection by power engineers is used or flying over a part of the line with the help of aircraft, often using a helicopter with various sensors installed on it. In turn, these methods are quite time-consuming, expensive, besides, direct inspection takes a lot of time and is not particularly accurate, and therefore its use is not always advisable. This article proposes a possible solution to this problem, namely the use of Lidar technology to inspect the state of overhead power lines.

Key words: lidar, overhead power lines, monitoring, electrical energy, energy efficiency.

Промышленность в нашей стране в настоящее время активно развивается, происходит автоматизация процесса производства, его цифровизация, что увеличивает скорость создания, упрощает технологию и повышает качество готовой продукции. Для этого в цехах применяется различное электронное оборудование, для которого требуется сеть переменного тока [1].

В результате растет количество потребителей электрической энергии, что приводит к необходимости в выработке и доставке ее большего количества. Специально для этого строятся новые воздушные линии электропередачи. Однако для эффективной передачи энергии необходимо поддерживать рабочее состояние линии, не допускать различных проблем на них, что в свою очередь может привести к обесточиванию целевого ряда промышленных предприятий. Поэтому одной из ключевых задач электросетевого распределительного комплекса является мониторинг состояния ВЛЭП, для того чтобы предотвратить различные аварийные ситуации на них.

На линиях могут возникать следующие проблемы: обрывы проводов, разрушение крепления, обрушение опор и т. д. Они в свою очередь могут привести к обесточиванию линии, аварий на ней, в результате нарушается бесперебойная передача электрической энергии. [2].

Существующими методами осмотра ВЛЭП в настоящее время являются: непосредственный осмотр инженерами линии либо осмотр

с применение фотограмметрии, облет линии с использованием воздушного транспорта, как правило для этого используют вертолет;

Минусом первого метода является то, что он обладает низкой точностью, да и к тому же является достаточно временно затратным. Второй лишен указанных выше недостатков, однако, в связи со своей стоимостью не всегда является оптимальным.

В связи с этим возникает потребность в использовании принципиально новых методов анализа ВЛЭП, в частности использование беспилотных летательных аппаратов, которые уменьшат как временные, так и денежные затраты на проведение осмотра.

Установив Лидар на данные БЛА, можно получить карту точек, по которой в специализированной программе возможно воссоздать карту местности, обнаружить различные наружные проблемы, угол провеса провода, а также опасные лесонасаждения, которые могут повредить провода линии. Лидар представлен на рисунке 1. [3]



Рис. 1. Устройство «Лидар»

Также используя лидар, можно по получившимся точкам построить 3D модель местности, окружающей линию, что в ряде случаев достаточно удобно. В результате можно судить о ее текущем состоянии, а также прогнозировать как оно будет меняться в будущем [4-5].

Итак, при использовании БЛА совместно с лидаром установленным его на корпусе можно эффективно осуществлять анализ состояния линии, уменьшать денежные и временные затраты на его проведение, к тому же данная технология дает возможность спрогнозировать то, как линия будет изменяться в будущем.

Исследования выполнены в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет2030»: соглашение № 075–15-2021-1087 от 30.09.2021, соглашение № 075–15-2021-1178 от 30.09.2021

Список литературы

1. Кошкарлов, А. С. Оценка возможности мониторинга линий электропередач с помощью средств воздушного лидарного сканирования / А. С. Кошкарлов, И. В. Савельева // Волновая электроника и инфокоммуникационные системы : Материалы XXV Международной научной конференции, Санкт-Петербург, 30 мая – 03 2022 года. Том Часть 2. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, 2022. – С. 145-149. – EDN WLZTZI.

2. Ярославский Д.А., Садыков М.Ф. Разработка устройства для системы мониторинга и количественного контроля гололёдообразования на воздушных линиях электропередачи. *Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики.* 2017;19(3-4):69-79. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2017-19-3-4-69-79>

3. Федоров О.В., Семёнов А.С., Егоров А.Н., Хубиева В.М. Технико-экономическое обоснование внедрения системы непрерывного мониторинга показателей качества электроэнергии на объектах горных предприятий. *Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики.* 2016;(9-10):91-97. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2016-0-9-10-91-97>

4. Ярославский Д.А., Нгуен В.В., Садыков М.Ф., Горячев М.П., Наумов А.А. Модель собственных гармонических колебаний провода для задач мониторинга состояния воздушных линий электропередачи. *Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики.* 2020;22(3):97-106. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2020-22-3-97-106>

5. Исмоилов И.И., Грачева Е.И. Повышение управляемости энергетическими системами и улучшение качества электроэнергии // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2022. Т. 14. №1 (53). С. 3-12.

УДК 621.311.4

ОБЗОР МЕТОДОВ И СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДСТАНЦИЙ

¹Валюк Анастасия Сергеевна, ²Кузеев Дамир
^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань
¹anastasia.valyuk@mail.ru

Аннотация: прогнозирование текущего технического состояния ответственного электротехнического высоковольтного оборудования (ВВО) подстанций является одной из актуальнейших задач современности. На сегодняшний день оценка состояния оборудования проводится персоналом визуальным способом, что не всегда позволяет

Научное издание

V ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
(С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ) КОНФЕРЕНЦИЯ,
ПОСВЯЩЕННАЯ ПРАЗДНОВАНИЮ 55-ЛЕТИЯ КГЭУ
«ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

11–12 октября 2023 г.

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

В двух томах

Том 1

Под общей редакцией ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова

Корректор *В.Р. Иванова*
Компьютерная верстка *В.Р. Ивановой*
Дизайн обложки *Ю.Ф. Мухаметшиной*

Подписанов печать 30.09.2023.
Формат 60x84/16. Гарнитура «Times». Вид печати РОМ
Усл. печ. л. 28,02. Уч.-изд. л. 24,6
Тираж 200 экз. Заказ № 5285

Казанский государственный энергетический университет
420066, Казань, Красносельская, д.51



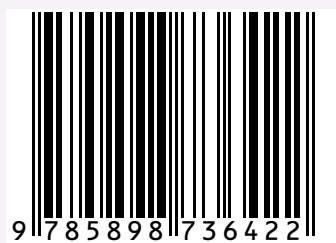
В 2023 году Казанский государственный энергетический университет (КГЭУ) отмечает юбилей – 55 лет со дня основания. За время своего существования университет превратился в крупнейший научно-образовательный центр Поволжья и Урала, признанный как в России, так и в международном пространстве. Гордость университета это выпускники – целая плеяда талантливых инженеров, многие из которых стали руководителями ведущих предприятий Татарстана и России, внесли огромный вклад в развитие экономики не только в нашей стране, но и за рубежом.

В КГЭУ действует Технопарк, Инжиниринговый центр «Компьютерное моделирование и инжиниринг в области энергетики и энергетического машиностроения», Центр компетенций и технологии в области энергосбережения, Молодежный инновационный центр, Молодежный бизнес-инкубатор, научно-образовательный центр «Компьютерные тренажеры в тепло- и электроэнергетике», научно-технические центры и учебные классы компаний: Bosch, Danfoss, IEK, SchneiderElectric, Эван, Акку-Фертриб, Московский завод тепловой автоматики. На базе КГЭУ созданы не имеющие аналогов в России учебно-исследовательские полигоны «Подстанция 110/10 кВ» и «Распределительные сети 0,4-10 кВ».

Ученые КГЭУ занимают ведущие позиции в области электро- и теплотехники, цифровых технологий, защиты окружающей среды и водных биоресурсов. Университет является участником ряда технологических платформ России. По объему и уровню выполняемых научных работ КГЭУ сегодня является наиболее динамично развивающимся вузом России.

Сегодня в КГЭУ работают над технологиями, которые изменят будущее!

ISBN 978-5-89873-642-2



9 785898 736422