



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

Список литературы

1. Иванов, В. В. Безотходное производство на предприятиях сельского хозяйства Чувашской Республики / В. В. Иванов, Н. В. Тумаланов, А. А. Гурьяшкина // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2019. – № 9-2. – С. 49-52.
2. Иванов В.В., Гурьяшкина А.А. Сложности, возникающие при переработке вторичных ресурсов в России // Экономика и предпринимательство. 2018. № 4 (93). С. 817-819.
3. Гибадуллин, М. Н. Малоотходное и безотходное производство как решение проблемы полной и комплексной переработки сырья / М. Н. Гибадуллин // Организация территории: статика, динамика, управление : XVII Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием, посвященная 175-летию Русского географического общества, Уфа, 27 ноября 2020 года. – Уфа: Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, 2020. – С. 36-38.
4. Дятлова, Д. В. Бережливое производство для энергосистем и промышленных производств / Д. В. Дятлова, Д. С. Савельева, И. Н. Маслов // Научно-производственный бизнес: устойчивое развитие экономики и ESG-трансформация : Материалы IV инновационно-образовательного Кампуса – 2022, Казань, 14–15 апреля 2022 года / Под редакцией И.И. Антоновой. – Казань: Издательство "Познание", 2022. – С. 67-70.
5. Устройство и принцип работы центрифуги: сайт. URL: <https://xn--b1aasedeuba5ai.xn--p1ai/blog/ustrojstvo-i-princip-raboty-centrifugi/> (дата обращения: 12.05.2023).

УДК 621.315.175

МОДЕЛЬ РОБОТА ДЛЯ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ОСМОТРА ВЛЭП

¹Маслов Савелий Юрьевич, ²Хамидуллин Ильдар Ниязович,

³Вагапов Айдар Ильшатovich

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань,

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

Аннотация: одной из наиболее приоритетных задач для электросетевого распределительного комплекса является бесперебойная передача электрической энергии к конечным потребителям, которыми могут являться различные промышленные предприятия. От их штатного функционирования зависит экономика различных регионов нашей страны. Вследствие этого, обеспечение надлежащего контроля состояния ВЛЭП, связывающих между собой электрические станции и конечных

потребителей, становится приоритетной задачей для энергетических компаний. Однако существующие методы анализа состояния линий не являются оптимальными. В данной работе рассмотрена модель робота для обследования ВЛЭП и ее перспективы развития.

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

ROBOT MODEL FOR DIRECT INSPECTION OF OHL

¹Maslov Savely Yurievich, Khamidullin ²Ildar Niyazovich, ³Vagapov Aidar Ilshatovich

^{1,2} FSBEI HE KSPEU, Kazan

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

³aydar.vagapoff@yandex.ru

Abstract: one of the highest priority tasks for the electric grid distribution complex is the uninterrupted transmission of electric energy to end consumers, which may be various industrial enterprises. The economy of various regions of our country depends on their regular functioning. As a result, ensuring proper monitoring of the state of overhead power lines connecting power plants and end consumers is becoming a priority for energy companies. However, the existing methods for analyzing the state of lines are not optimal. In this paper, a robot model for surveying overhead power lines and its development prospects are considered.

Keywords: robotic complex, overhead power lines, monitoring, electrical energy, energy efficiency.

Воздушные линии электропередачи являются связующим звеном между потребителями электрической энергии и вырабатывающими станциям. От их работы, в эпоху автоматизации и цифровизации различных видов производств, зависит экономика отдельных регионов, так же, как и страны в целом. Поэтому одной из приоритетных задач для энергетических компаний становится поддержание ВЛЭП в надлежащем работоспособном состоянии, исключая возможности возникновения аварийных ситуаций на них [1,2].

Для обеспечения этого используют различные виды осмотра линий. Как правило наибольшее распространение среди них получили метод непосредственного осмотра ВЛЭП, метод их облета на летательных аппаратах, зачастую используют вертолет с установленными на нем различным датчиками, собирающими информацию о состоянии линий [3].

Первый тип осмотра является наиболее простым, однако не отличается особой точностью, к тому же достаточно времязатратен. Второй тип лишен указанных выше недостатков, но в связи с чрезмерной стоимостью анализа не всегда рентабелен [4].

Поэтому в настоящее время проявляется тенденция развития различных беспилотных летательных аппаратов, наземных платформ

с высокой проходимостью, различных роботизированных комплексов, способных производить анализ состояния ВЛЭП с достаточной точностью [5].

Вдохновляясь данной идеей на базе ФБГОУ ВО «КГЭУ» был разработан экспериментальный образец робота для обследования воздушных линий электропередачи, который устанавливается непосредственно на участок провода ВЛЭП и перемещается по нему рисунок 1.



Рис.1. Экспериментальный образец робота для анализа ВЛЭП

Полученная разработка устанавливается непосредственно на участке обследуемой линии, и после подачи управляющего сигнала, начинает перемещение по нему.

Корпус изделия изготовлен при помощи технологии 3D-печати, и состоит из четырех тороидальных частей, попарно скрепленных между собой. В их верхней части проделаны специальные отверстия под двигатели. В нижней части располагается отсек под аккумулятор и плату управления роботом.

В качестве двигателей выступают коллекторные электродвигатели постоянного тока, рассчитанные на питание 9 В. На них крепятся импровизированные колеса, содержащие по четыре лопасти в верхней и нижней части.

Установка на провод осуществляется при помощи двух пружин, которые сжимаясь создают необходимое натяжение, не давая роботу упасть с участка обследуемой линии.

В дальнейшем доработав технологию перемещения робота, возможна установка на него ряда датчиков, способных собирать необходимую информацию о состоянии ВЛЭП.

Итак, используя данную разработку в будущем можно существенно снизить денежные и временные затраты на проведение анализа линии, что позволит повысить эффективность и рентабельность мониторинга состояния ВЛЭП, к тому же развитие таких роботизированных комплексов является перспективным для энергетических компаний.

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. 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>
2. Большанин Г.А., Плотников М. П., Шевченко М. А. Экспериментальное определение параметров трёхпроводной ЛЭП. *Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики*. – 2019. – ;21(4):85-94. <https://doi.org/10.30724/1998-9903-2019-21-4-85-94>
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 621.1.05

ВОССТАНОВЛЕНИЕ АППАРАТА АИИ-70 И ПОДГОТОВКА ЕГО К ВКЛЮЧЕНИЮ В УСТАНОВКУ ИСПЫТАНИЯ СИЗ

¹Миранов Салих Ришадович, ²Жалмаганбетова Севара Тугеловна,
³Черноволенько Ермолай Алексеевич, ⁴Николаев Кирилл Валерьевич
Науч. рук. к.т.н. Аскарар Рафаэль Рафилъевич
^{1,2,3,4}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан
¹salihmiranov@gmail.com, ²sevajt859@gmail.com,
³ermoxa2004@gmail.com, ⁴mr.nikolaev.2000@mail.ru

Аннотация: для конструирования установки по испытаниям средств индивидуальной защиты необходимо наличие источника высокого напряжения промыш-

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. Мухаметишиной*

Подписанов печать 30.09.2023.
Формат 60х84/16. 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

