

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова»
«Академия электротехнических наук Чувашской Республики»
Ассоциация «Инновационный территориальный
электротехнический кластер Чувашской Республики»

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЭНЕРГЕТИКИ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ
И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

**Материалы
VI Международной научно-технической
конференции**

Чебоксары
2022

АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ АВТОНОМНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Хамидуллин И.Н., Маслов С.Ю., Горячев М.П., ФГБОУ ВО КГЭУ, г. Казань, Россия.

Аннотация. В данной статье приводится сравнительный анализ существующих роботизированных комплексов, а также информация об разработанном аналоге.

Ключевые слова: роботизированный комплекс, аналоги, ВЛЭП, анализ, перспективы развития.

Электрическая энергия в современном обществе используется повсеместно во всех сферах человеческой деятельности, начиная с мелких бытовых приборов и устройств, заканчивая огромными промышленными машинами. Передача энергии на большие расстояния осуществляется по средству воздушных линий электропередач (ВЛЭП). Поэтому наиболее важным для распределительного электросетевого комплекса является создание условий для бесперебойной передачи электрической энергии, а следовательно, и в эффективном обследовании состоянии линии и активном обслуживании при обнаружении проблем на них. Однако в связи с их протяженностью и в некоторых случаях труднодоступностью, воздушные линии могут находиться в болотистой местности, в лесонасаждении, а также перекинуты между противоположными берегами рек, что делает их анализ достаточно трудным и не эффективным. Поэтому для таких целей более целесообразно использовать автономные роботизированные комплексы, которые уменьшают опасность непосредственного осмотра, а также более эффективны в не доступных для человека местах.

В связи с этим многие страны начали активно разрабатывать и применять различные комплексы для осмотра ВЛЭП. Рассмотрим некоторые из них. Начнем с робота США LineRanger, представленного на рис. 1.

Данный комплекс содержит четыре двигателя, что позволяет ему быстро и эффективно перемещаться по линии, цифровую

камеру способную изменять угол наклона, при помощи которой диспетчер управляет роботом, и тепловизор [1].



Рис. 1. Робот LineRanger

Одним из недостатком робота является необходимость наличия двух проводов для перемещения, а также наличие персонала для его установки.

Следующим роботом достойным внимания является LineScout [2], разработанный в канадском институте Hydro-Québec представленный на рис. 2.



Рис. 2. Канадский робот LineScout

Причиной его создание стала снежная буря, из-за которой на проводах образовался значительный слой льда. Это привело к тому, что значимая воздушная линия оборвалась под его весом нарушив подачу электрической энергии.

Данный робот в отличие от аналогов способен закручивать и раскручивать различные крепления, убирать снег с проводов, а также при наличии убирать с линии различный мусор. Так же в нем присутствует GPS и ряд камер, позволяющих получать данные в реальном времени. Для дистанционного управления используется специальный джойстик [3, с. 267].

Отечественные инженеры показали свою концепцию для обследования воздушных линий. Робот Канатоход, представленный на рис. 3, выполнен на базе квадрокоптера, к которому присоединены различные датчики.



Рис. 3. Канатоход

В него входят тепловизор, датчик чрезвычайных ситуаций, система дистанционного контроля. Он служит для облета воздушных линий, однако здесь и проявляется его существенный недостаток сбор данных возможен только при хороших погодных условиях, т. к. при сильном ветре управление данным комплексом становится затруднительным, и в некоторых случаях невозможным.

Проанализировать данные разработки, на базе ФГБОУ ВО «КГЭУ» был разработан, опытный образец роботизированного комплекса, для обследования воздушных линий рис. 4 [4].

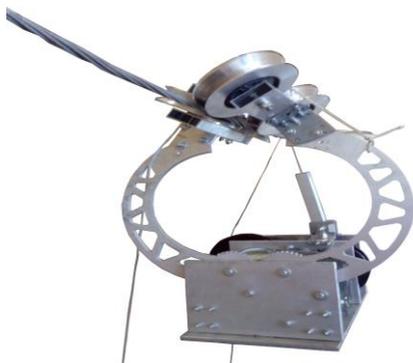


Рис. 4. Экспериментальный образец

Планируется что робот будет выполнять следующие задачи:

- удалённое управление платформой;
- система автоматического подъёма на провод ВЛ;
- электромагнитная/ультразвуковая диагностика изоляторов на ВЛ;
- магнитный контроль состояния стального сердечника при наличии;
- построение трёхмерных моделей окружающих объектов;
- инфракрасная съёмка;
- автоматизированный процесс обработки данных;
- борьба с гололёдно-изморозевыми отложениями плотностью не более $0,3 \text{ кг/м}^3$ [4, 5].

На рис. 5 [5] представлен планируемый результат, в виде 3D модели.

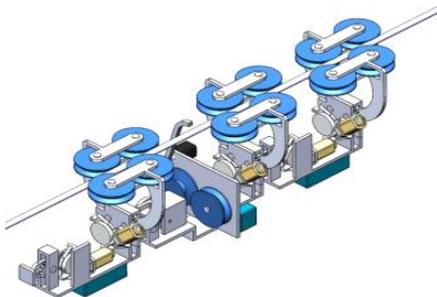


Рис. 5. 3D модель роботизированного комплекса

Выводы

Таким образом, проанализировав плюсы и минусы существующих аналогов, можно утверждать, что проблема обследования и предотвращения аварийных ситуаций на ВЛЭП, решена не полностью, что делает актуальным работы по созданию специального роботизированного комплекса. В разрабатываемой нами модели роботизированного комплекса планируется устранить основные недостатки существующих аналогов.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках госзадания на выполнение НИР по теме «Распределенные автоматизированные системы мониторинга и диагностики технического состояния воздушных линий электропередачи и подстанций на основе технологии широкополосной передачи данных через линии электропередач и промышленного интернета вещей» (соглашение №075-03-2022-151 от 14.01.2022).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Примеры использования роботов в энергетике [Электронный ресурс] <http://elektrik.info/main/news/1188-ispolzovanie-robotov-v-energetike.html> (дата обращения: 20.10.2022).

2. Электроэнергетика и роботы [Электронный ресурс] <https://robotrends.ru/robopedia/elektroenergetika-i-roboty> (дата обращения: 20.10.2022).

3. Хамидуллин И.Н. Обзор роботов инспекторов, используемых для диагностики и обслуживания высоковольтных ЛЭП // Тинчуринские чтения – 2022 «Энергетика и цифровая трансформация». Сб. статей/ Под. Ред. Э.Ю, Абдуллазянова. Казань, 2022. С. 266-269.

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> (дата обращения 20.10.2022).

5. 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> (дата обращения 20.10.2022).

Авторы:

Хамидуллин Ильдар Ниязович ФБГОУ ВО КГЭУ, бакалавр, студент, студент кафедры «Промышленная электроника». E-mail: ildar.ildar-xam2017@yandex.ru.

Маслов Савелий Юрьевич ФБГОУ ВО КГЭУ, бакалавр, студент, студент кафедры «Промышленная электроника». E-mail: saveli2000@gmail.com.

Горячев Михаил Петрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Теоретические основы электротехники», ФБГОУ ВО КГЭУ. E-mail: goryachev91@mail.ru.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ БИОМАССЫ В СМЕСЯХ С РАЗЛИЧНЫМИ ПРОПОРЦИЯМИ

Лавренов В.А., Фалеева Ю.М., Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва, Россия.

***Аннотация.** Использование растительной биомассы в качестве источника для получения энергии может способствовать снижению зависимости от ископаемого топлива. В статье рассмотрен пиролиз, процесс термохимической конверсии биомассы. В качестве метода исследования использовали термогравиметрический анализ процесса пиролиза трех компонентов растительной биомассы в бинарных смесях при четырех скоростях нагрева.*

***Ключевые слова:** возобновляемые источники энергии, биоэнергия, биомасса, пиролиз, целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин.*

В связи с экологическими проблемами и нехваткой традиционных ископаемых топлив все более актуальным становится использование возобновляемых источников энергии. Растительная биомасса является экологически чистым, возобновляемым и широко распространённым сырьём для производства энергии, а также ценных химикатов. Производство энергии из растительной биомассы в последние годы привлекает особое внимание, поскольку оно имеет много преимуществ, включая снижение зависимости от ископаемого топлива, а также содействие защите окружающей среды [1]. Растительная биомасса является CO₂-

Авторы:

Садыкова Лязат Анатольевна, кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет. Закончила факультет «Автоматика и вычислительная техника» Казахского политехнического института им. В.И. Ленина в Алма-Ате, 1981 г. Аспирантура в Саратовском государственном университете им. Н.И. Вавилова. Ученая степень с 2002 года, тематика по защите «Оптимизация параметров электро-ремонтных предприятий в условиях неопределенности». E-mail: archisad@mail.ru.

Захаров Виктор Павлович, кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет. Закончил факультет «Политехнический», Западно-Казахстанский сельскохозяйственный институт, 1980 г. Аспирантура в Саратовском государственном университете им. Н.И. Вавилова. Ученая степень с 2011 года, тематика по защите «Совершенствование структуры эксплуатационно-ремонтного цикла двигателей КАМАЗ-ЕВРО с учетом изменения технического состояния». E-mail: zaxarov_57@mail.ru.

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НАРУЖНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЛАТФОРМ

Хамидуллин И.Н., Маслов С.Ю., ФГБОУ ВО КГЭУ,
г. Казань, Россия.

Аннотация. В данной работе представлена разработанная в Казанском государственном энергетическом университете автоматизированная система управления наружным освещением (АСУНО), уменьшающая энергетические потери в дневное и вечернее время. Рассмотрен принцип действия и дополнительные возможности. Созданная для уменьшения энергетических затрат.

Ключевые слова: умное освещение, автоматизация, управление светильниками, освещенность, энергетические затраты, железнодорожные платформы.

Для освещения железнодорожных платформ и поездов, обычно используют, традиционные светильники РКУ (рис.1), которые имеют высокую мощность (250 Вт), а значит затрачи-

вают достаточную электрическую энергию. Обычно их включают при наступлении сумерек, однако высокий уровень освещенности в данное время не всегда целесообразен, учитывая, что светильники работают на полную мощность.



Рис. 1. Светильник уличный серии РКУ 97

Для решения данной проблемы была разработана автоматизированная система уличного освещения (АСУНО), которая позволяет в автоматическом режиме регулировать мощность, подаваемую на светильники, в зависимости от уровня естественного освещения. В нее входит: контроллера АСУНО NEMA 1-10V, блока управления и связи, веб-сайта, светильника компании «Ферекс». Сами блоки взаимодействуют между собой по беспроводному каналу связи [1, 4, 5].

Разработанная система удовлетворяет всем положенным требованиям: 1) система является надежной; 2) организует высокое качество освещения; 3) безопасно для людей; 4) обладает достаточной долговечностью. К тому же позволяет сэкономить достаточное количество электрической энергии.

Принцип работы показан на (рис. 2).

Каждый светильник сам регистрирует данные на своем участке и передает их остальным, используя беспроводной канал связи.

Система работает автоматически, каждый светильник самостоятельно регистрирует данные в своей рабочей зоне и передает их остальным светильникам по беспроводному каналу связи. В результате такой реализации, в отсутствии центрального бло-

ка управления, пользователь способен заменить светильник или добавить новый без специалиста, не нарушая целостности системы.



Рис. 2. Система уличного освещения

Данная система освещения была применена на железнодорожных платформах «435 км» и «Сортировочная 1,2». На данный момент на платформе «435 км» на опорах установлено 17 светильников РКУ с лампами ДРЛ, мощностью 250 Вт и 5 светодиодных светильников мощностью 75 Вт, на платформе «Сортировочная 1,2» на опорах установлено 24 светодиодных светильника мощностью 75 Вт.

В результате работы системы годовое фактическое потребление электрооборудования, уменьшилось на 17801,69 кВт, платформа «435 км» и на 3438,55кВт, платформа «Сортировочная 1,2», чем у имеющихся светильников. Годовая экономия составила 66045,79 и 12 172,46 рублей соответственно.

Рассмотрим основные преимущества АСУНО:

- автоматическое изменение светового потока светильника в зависимости от уровня естественного освещения;
- автоматическое плавное снижение яркости в ночные часы и переход с рабочего на дежурный режим при отсутствии

поездов и людей на платформе. В обоих режимах светильники также регулируют освещенность в своей рабочей зоне;

- устанавливая необходимый уровень освещения, заданный изначально и различный для обоих режимов;

- возможность замены светильника в системе без нарушения системы;

- автоматическое включение и отключение освещения в утреннее и вечернее время;

- ручное удаленное управление светильниками по беспроводному каналу (с персонального компьютера диспетчера или смартфона на базе Android);

- возможность управления отдельным светильником, группой светильников, всей системой в целом;

- мониторинг состояния светильников. Удаленно можно обнаружить светильники, вышедшие из строя, это позволит сократить время осмотра светильников вручную;

- включение освещения по графику движения поездов;

- значительное снижение затрат на электроэнергию;

- работа в различных режимах;

- удаленный мониторинг состояния каждого светильника;

- автоматическое определение посторонних подключений;

- разработанный веб-сайт, имеет следующие возможности:

- отображение местоположения светильника и щитов управления на карте местности;

- создание или установка сценария на группу или группы светильников;

- автоматическое обнаружение стороннего подключения к электросети;

- вывод статистики и аналитики на каждую группу светильников.

Выводы

В статье рассмотрена проблема больших энергетических затрат на уличное освещение, и представлено возможное решение, автоматизированная система управления наружным освещением (АСУНО) для железнодорожных платформ, которая позволяет самостоятельно регулировать мощность, подающую-

ся на уличные светильники в зависимости от уровня естественного света, а также допускает использование web-сайта для управления освещением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аппаратура контроля параметров световых приборов, осветительных установок и цветоцветовой среды / Шириев Р.Р., Иванов Д.А., Галиева Т.Г. // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 11. С. 14 –17.
2. Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года (с изменениями на 12 мая 2018 года) [Электронный ресурс]: распоряжение от 22 ноября 2008 года № 1734-р – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902132678>.
3. Свод правил 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*) [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/456054197>.
4. Солюянов Ю.И., Ахметшин А.Р., Солюянов В.И. Энергоресурсосберегающий эффект в системах электроснабжения жилых комплексов от актуализации нормативов электрических нагрузок // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2021. – Т. 23. № 1. – С. 156 –166.
5. Ivanov D.A., Sadykov M.F., Yaroslavsky D.A. Development the experimental stand for testing of experimental samples of wireless network for process automation module. // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2017. Т. 8. № 12. С. 899 –902.

Авторы:

Хамидуллин Ильдар Ниязович, ФБГОУ ВО КГЭУ, бакалавр, студент, студент кафедры «Промышленная электроника». E-mail: ildar.ildar-xam2017@yandex.ru

Маслов Савелий Юрьевич, ФБГОУ ВО КГЭУ, бакалавр, студент, студент кафедры «Промышленная электроника». E-mail: saveli2000@gmail.com.

Научное издание

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЭНЕРГЕТИКИ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ
И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

Материалы VI Международной научно-технической
конференции

Публикуется в авторской редакции

Отв. за выпуск В.Г. Ковалев

Согласно Закону № 436-ФЗ от 29 декабря 2010 года
данная продукция не подлежит маркировке

Подписано в печать 12.12.2022. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 23,48. Уч.-изд. л. 14,87.
Тираж 300 экз. Заказ № 1421.

Отпечатано в типографии Чувашского университета
428015 Чебоксары, Московский просп., 15