

УДК 621.315

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Найденов Андрей Александрович

студент

Naidenov.48@yandex.ru

Астапов Андрей Юрьевич

кандидат технических наук, доцент

Astapow_a@mail.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Воздушные линии (ВЛ) электропередачи напряжением 35 кВ являются основными в системах передачи электроэнергии. И поэтому дефекты и неисправности, происходящие на них, требуют немедленной локализации и устранения. Анализ аварий воздушных линий показывает, что ежегодно происходят многочисленные отказы ВЛ в результате изменения свойств материала проводов и их контактных соединений (КС).

Ключевые слова: квадрокоптер, лазерный сканер, пилотирование, бортовое программное устройство, мониторинг, дифференцированное уравнение.

Для электроэнергетики представляется интерес использования БПЛА для осмотров и облетов воздушных линий электропередач, и их тепловизионного обследования, поиск методов коронирования, определение геометрических параметров [1]. В настоящее время в Российской Федерации при эксплуатации объектов энергетики БПЛА используются достаточно редко. Это связано с достаточной высокой стоимостью комплектов БПЛА. Таким образом, необходимо выполнить анализ возможных областей эффективного применения БПЛА при эксплуатации воздушных ЛЭП с учетом климато-географических особенностей территории их расположения [2, 3].

На сегодняшний день существует множество беспилотных летательных аппаратов, которые отличаются по своим размерам, внешнему виду, дальности полета и выполняемым функциям [4]:

- Сверхлегкие – масса до 10 кг, время полёта 1ч, высота полёта 1км, дальность полёта 100км.

- Легкие – масса до 50 кг, время полёта 2-4ч, высота полёта 3-5км, дальность полёта 100-350км.

- Средние – масса 1000 кг, время полета 10-12ч, высота полёта 9-10км, дальность полёта 350-1200км.

- Тяжелые – время полёта 24ч, высота полета 20км, дальность полёта от 1200 и выше.

Способы управления беспилотными аппаратами;

- 1) Ручное (дистанционное пилотирование) - осуществляется оператором с дистанционного пульта управления в пределах оптической наблюдаемости. А также по видимой информации, поступающей с видеокамеры переднего обзора. А главная задача оператора - поддержание правильного курса, высоты и т.д.

- 2) Автоматическое управление осуществляется с помощью бортовых программных устройств, которое предоставляет возможность автономного полета БПЛА с заданными характеристиками по траектории, скорости, высоте, угла ориентации.

3) Полуавтоматическое (дистанционное) — полет осуществляется автопилотом по заданным параметрам, но при этом оператор может внести изменения в заданный маршрут в интерактивном режиме а также имеет возможность повлиять на результат функционирования, не отвлекаясь на задачи пилотирования.

Процесс автоматического мониторинга линий электропередачи при помощи беспилотного летательного аппарата, позволяющего нести полезную нагрузку в виде контролирующих приборов, таких как фото и видеоаппаратуры, что дает возможность отслеживать места нарушений, и неполадок и сразу оперативно проводить ремонтно-восстановительные работы [5, 6].

Алгоритм управления полёта квадрокоптера основан на методе математического моделирования, который описывает движение корпуса летательного аппарата относительно центра масс [6, 7]. Аналитически найдено решение нелинейных дифференциальных уравнений, численно проведено моделирование режимов взлёта (приземления), висения и облета беспилотным летательным аппаратом опоры линий электропередачи [8].

Исследовано влияние динамических параметров на характер движений квадрокоптера при внешних периодических воздействиях и установлено, что использование пропорционального регулятора позволяет обеспечить движение квадрокоптера по заданной ему траектории с небольшой погрешностью, но не превышающей допустимой. Предложена формула определяющая коэффициент готовности электротехнической системы на основе интенсивности отказов и интенсивности восстановления, входящих в неё элементов.

Список литературы:

1. Никитин, В.И. Фотограмметрическая обработка изображений с беспилотных летательных аппаратов / В.И. Никитин, А.Ю. Астапов/ В сб.: Энергосбережение и эффективность в технических системах: материалы V Международной научно-технической конференции студентов, молодых учёных и специалистов. – Тамбов, Издательство Першина Р.В., 2018. – С. 170-172.

2. Астапов, А.Ю. Тепловизионная съемка воздушных линий электропередач с помощью БПЛА / А.Ю. Астапов, С.С. Астапова, К.А. Шишкова/ В книге: Энергетика. Проблемы и перспективы развития. Тезисы докладов 3-й Всероссийской студенческой научной конференции. – 2017. – С. 165-167.
3. Применение беспилотных летательных аппаратов для диагностики воздушных линий электропередачи [Электронный ресурс] // Вестник ВСГУТУ. – 2017. – № 3. – Режим доступа : <http://e.lanbook.com/journal/issue/>.
4. Бутенко, В.В. Экономия электрической энергии на трансформаторной подстанции промышленного предприятия / В.В. Бутенко, А.Н. Нефедов // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 2. – С. 203.
5. Фефелов, В.А. Анализ работы электрооборудования трансформаторных подстанций Мичуринского РЭС средствами тепловизионного контроля / В.А. Фефелов, Д.В. Гурьянов, А.В. Чувилкин // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 3. – С. 137
6. Гурьянов, Д.В. Анализ электроснабжения ООО «Экспериментальный центр М-КОНС-1» / Д.В. Гурьянов, Л.В. Симбирских // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 4. – С. 32.
7. Никитин, В.И. Автоматический расчёт линий электропередач / В.И. Никитин, А.Н. Нефедов // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 2. – С. 42.
8. Швылев, А.В. Моделирование работы трансформатора при переходных процессах / А.В. Швылев, А.Н. Нефедов // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 4. – С. 69.

UDC 621.315

RESEARCH OF A POWER LINE BY UNMANNED AERIAL VEHICLES

Naydenov Andrey Aleksandrovich

student

Naidenov.48@yandex.ru

Astapov Andrey Yuryevich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Astapow_a@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. Overhead power lines (overhead lines) with a voltage of 35 kV are the main ones in power transmission systems. And therefore, defects and malfunctions occurring on them require immediate localization and elimination. Analysis of overhead line accidents shows that numerous overhead line failures occur annually as a result of changes in the properties of the material of the wires and their contact connections (CS).

Key words: quadrocopter, laser scanner, piloting, on-board software, monitoring, differential equation.