

МОНІТОРИНГ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Кирик В.В., д.т.н., Роспопчук М.М., студент

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра електричних мереж та систем

Вступ. Передача електроенергії на великі відстані переважно здійснюється з допомогою повітряних ліній (ПЛ) високої та надвисокої напруги. Робочий стан, дефекти та стан лінії електропередавання напряму впливають на стабільну роботу і надійність електропостачання, тому моніторинг лінії електропередавання є дуже важливою процедурою. Традиційний метод патрулювання в основному покладається на моніторинг силами працівників. Це вимагає великої кількості матеріальних ресурсів і людино годин, що є досить неефективним. Зі зростанням кількості і довжини ПЛ зростає і складність підтримання їх в належному стані. Планові огляди персоналом втрачають свою ефективність, оскільки напряму пов'язані з місцевістю, погодними умовами, обмеженнями в часі, затримкою в реагуванні.

На теперішній час нова технологія моніторингу ПЛ за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА) набуває все більшого поширення. Вона забезпечує оперативність і ефективність моніторингу об'єктів навіть у важкодоступних місцях.

Мета роботи даної статті полягає в аналізі проблеми моніторингу повітряних ліній електропередавання і її вирішення за допомогою безпілотних літальних апаратів.

Матеріали і результати досліджень. На даний момент протяжність ПЛ, які знаходяться у обслуговуванні ДП «НЕК «Укренерго» складає більше 21 285 тис.км., серед яких наявні всі номінали напруг від 220 до 750 кВ. ПЛ це статичний об'єкт, який не має рухомих частин, які зношуються чи мають малий термін роботи. Але незважаючи на це чим складніша система, тим менша її надійність. Тому ПЛ потребують постійного моніторингу, виявлення дефектів, підтримання їх в робочому стані чи виявлення будь яких інших проблем. Зі зростанням довжини ліній ростуть і затрати в ресурсах для здійснення моніторингу, особливо в важкодоступних місцях.

Основними факторами, що приводять до порушення функціонування ПЛ є: невідповідність проектних рішень фактичним кліматичним умовам через неврахування нормативних вимог при проектуванні ПЛ; незадовільний технічний стан елементів ПЛ: дефекти металоконструкцій опор, фундаментів, кріплень відтяжок, дефекти залізобетонних опор, лінійної арматури, ізоляторів; незадовільний стан трас ПЛ і прилеглих до них лісових масивів, не прочищені просіки, що загрожує падінням дерев на проводи, зменшена в порівнянні з вимогами ПУЕ ширина просік, недооблік природного росту дерев в період експлуатації, відсутність правових підстав для додаткової вирубки дерев уздовж трас і для взаємин з власниками лісових угідь.

Сьогодні важливо своєчасно виявляти дефекти повітряних ліній електропередавання та усунути їх, щоб уникнути раптового відключення ПЛ.

Така робота, спрямована на «запобігання», має практичне застосування як з точки зору спрощення експлуатації ліній електропередавання та економічного ефекту через зменшення витрат на заміну обладнання, компенсацію втрат електроенергії, так і через зниження витрат на заробітну плату працівникам технічного обслуговування та ремонту. Таким чином, очевидно, що діагностика є ключовим елементом надійного функціонування ліній електропередавання.

Для вирішення проблеми моніторингу і запобігання відключень пропонується використання БПЛА, які мають вагомні переваги. Крім того, сучасні досягнення в таких сферах, як комп'ютерне розпізнавання об'єктів, а також безперервне вдосконалення бортового фото- та відеотехнічного обладнання дозволяють проводити якісну 3D реконструкцію об'єктів, що потребують моніторингу. Типова модель БПЛА Supercam S-250, для моніторингу ПЛ, зображена на рис. 1.



Рисунок 1 – БПЛА Supercam S-250

БПЛА мають досить широкі функціональні можливості, які можна ефективно використовувати для: оцінки стану ліній електропередавання; фотографічної аерофотозйомки опор і ліній електропередавання; вимірювання прогинів проводів; термічна обробка несучих елементів високовольтних ліній за допомогою інфрачервоного випромінювання; лазерне сканування контролю над допустимою висотою дерев у зоні, що покривається високовольтними лініями; визначення будівельних майданчиків; огляду нових лінійних магістралей та околиць для розробки цифрових моделей місцевості; обстеження ліній електропередавання; планування нових шляхів прокладання ліній

електропередавання шляхом застосування наявних опор та нових конструкцій проводів; інженерна оцінка та аналіз прогинів проводів, обчислення фізичних параметрів та моделювання навантаження; аналіз несправностей та збитків; відстеження коридорів ПЛ; прогнозування та моделювання впливу на навколишнє середовище; оперативне планування будівельних майданчиків для ремонтних бригад.

БПЛА є своєрідним аеронавігатором, що контролюється обладнанням дистанційного керування, радіостанцією та його програмами. Це комплексна інтеграція системи, яка складається з електронної, авіаційної, електроенергетичних технологій, розвідки, географічної інформації, розпізнавання зображень та відео, аналізом досліджуваного об'єкту за різними параметрами, тощо [1]. Вагомою перевагою БПЛА є здатність ефективно проводити моніторинг об'єкту не залежно від місцевості. У порівнянні з методами ручного огляду ця технологія є більш ефективною, яка відповідає концепції сучасної науки і техніки.

До основних складових БПЛА відносять: робочі органи і датчики, система зв'язку, система управління польотом, карта GPS.

Робота БПЛА вимагає високої чутливості датчиків, вимірювальних приладів, лазерних приладів, тепловізора, висока якість фото і відео зйомки, оскільки вони є головними робочими інструментами.

Всі дані які зібрані з допомогою робочих органів і датчиків необхідно передавати в пункт керування, не залежно від станів польоту та даних лінійної інспекції. Для цього БПЛА використовують бездротову цифрову радіостанцію для спілкування в умовах великої відстані. Пов'язані системи в реальному часі контролюють стан польоту з землі. Оператори спостерігають і аналізують стан ліній електропередавання та бортового обладнання через відео і фото зйомку, даних з тепловізора, лазерних вимірювальних приладів[2].

Що стосується системи управління польотом, то вона. По-перше, повинна забезпечувати функцію стабілізації, яка дозволяє точно передавати параметри польоту через датчик високої чутливості та датчик тиску. По-друге, система навігації повинна бути оснащена диференціальним GPS, який повинен контролюватися в певному діапазоні, для корегування відхилення і направлення по заданому курсу. БПЛА повинен своєчасно передати параметри довкілля і середовища для наземних операторів, щоб забезпечити виконання завдань з перевірки ПЛ, стабільності БПЛА відносно інших об'єктів

GPS карта повинна конкретно забезпечувати БПЛА інформацією про дані підстанцій та лінії електропередавання.

До основних технологій курування БПЛА відносять: автопілот, технологія передачі інформації, програмні апарати та алгоритми.

Автоматизована технологія керування є основою огляду ПЛ. БПЛА може реалізувати патрулювання навіть, якщо не цього не можна досягнути за допомогою ручного управління. БПЛА може здійснювати автономний рейс, навіть взявшись та посадку, за допомогою географічного відповідного автоматичного управління, GPS автономної навігації та управління, технологія автоматичного відстеження опор і заданих орієнтирів.

Обладнання передачі інформації забезпечує в реальному часі передавання її на пункт керування. Оскільки об'єми інформації можуть бути досить суттєвими (відео, фото, дані тепловізора і так далі) необхідно використовувати алгоритм стиснення, який має багато переваг, таких як малу швидкість передачі даних, високий ступінь стиснення, високу ефективність передачі[3].

Програмні апарати і алгоритми забезпечують використання технології ідентифікації автоматичного відстеження опори та технології зйомки зображень і їх аналізу. Для визначення окремих елементів ПЛ: ряду ізоляторів, лінійну арматуру, провід та інше обладнання, а також наведені вказівки для захоплення зображення. Для цього застосовується автоматична методика ідентифікації відстеження, що ґрунтується на структурі повітряних ліній і швидкого фокусування. Оскільки будь якій опорі можна задати координати і навіть якщо, БПЛА втратить зв'язок з пунктом керування система автоматичного керування забезпечить виконання поставленої задачі [4]. БПЛА може слідувати закладеному маршруту і аналізувати ПЛ на перегрів проводів. Після встановлення зв'язку з пунктом керування передати оброблені дані.

Висновки. Таким чином, використання безпілотних літальних апаратів для моніторингу повітряних ліній електропередавання підвищує ефективність проведення планових оглядів, зменшує час реагування на аварійні ситуації, підвищує надійність електропостачання, зменшує капіталовкладення на обслуговування повітряних ліній електропередавання, об'єднує проектування нових повітряних ліній електропередавання. Враховуючи розвиненість електричних мереж в ОЕС України, БПЛА доцільно впроваджувати в енергосистему як засіб підвищення надійності і оптимізації електропостачання.

Перелік посилань

1. Airborne Inventory and Inspection of Transmission Lines, Unmanned Airborne Vehicle (UAV), Final Report, September 2000 (1000712)
2. Airborne Inventory and Inspection of Transmission Lines, Unmanned Airborne Vehicles (UAV), Final Report, December 1999 (TR-113682) Malcolm MALVEIRO, Rui MARTINS, Rui CARVALHO, Inspection of high voltage overhead power lines with uav's, Lyon, 15-18 June 2015.
3. Luque-Vega, L.F.; Castillo-Toledo, B.; Loukianov, A.; Gonzalez-Jimenez, L.E. (2014). Power Line Inspection Via an Unmanned Aerial System Based on the Quadrotor Helicopter. 17th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference, Beirut, Lebanon, April 2014.
4. A. Phillips. Future Inspection of Overhead Transmission Lines. Electric Power Research Institute. May 2008 (1016921).