Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
Институт систем управления, информатика и электроэнергетика
Отдел автоматизации экспериментов и ООО “Авиатэкс”

Беспилотные летательные аппараты в электроэнергетике

Зам. ген. директора ООО «АВИАТЭКС»,
к.т.н., Сурков Дмитрий Александрович
тел.+7(499)158-41-69

Цели и задачи:

1. Обследование труднодоступных участков ЛЭП.
2. Контроль выполнения работ по расчистке и расширению просек ЛЭП (регламент).
3. Сокращение сроков осмотра объектов и обнаружения мест повреждений. Снижение риска возникновения внештатных ситуаций.
4. Осмотр ЛЭП с передачей видео в режиме реального времени и с записью.
5. Тепловизионный контроль электрооборудования и ЛЭП.
6. Построение 3D модели просеки ЛЭП с возможностью оценки ширины просеки, площади залесенности и т.п.
7. Формирование электронной базы данных результатов обследования.
8. Контроль безучетного потребления электроэнергии. Вылет БПЛА по заданным координатам.

Задачи мониторинга воздушных линий

Проведение ежегодных периодических осмотров состояния трасс ВЛ, с целью выявления следующих видов нарушений:

- ✓ наличие в охранной зоне ВЛ складированных материалов;
- ✓пожары;
- ✓наличие на краю просеки отдельных деревьев, угрожающих падением или разрастанием в сторону ВЛ на недопустимые расстояния;
- ✓недостаточная, ширина просеки по трассе воздушной линии;
- ✓наличие под проводами деревьев и кустарников высотой 4 м и более;
- ✓наличие растительности на земле, отведенной под опору;
- ✓выполнение на трассе в охранных зонах несогласованных работ;
- ✓наличие коррозии проводов и тросов;
- ✓повреждения проводов и тросов у зажимов, дистанционных распорок;
- ✓ отсутствие гасителей вибрации, гасителей пляски, предусмотренных проектом воздушной линии;
- ✓ неправильный монтаж зажимов или соединений, следы перегрева контакта зажима;
- ✓ полное разрушение фарфора или стекла изоляторов;
- ✓ скол части тарелок изолятора;
- ✓ следы перекрытия гирлянд и отдельных изоляторов (повреждение глазури, фарфора, стекла, следы оплавлений);
- ✓ отсутствие скоб, прикрепляющих заземляющие спуски к опоре;
- ✓ неправильная установка разрядника или смещение разрядника от проектного положения;
- ✓ прочие дефекты трубчатых разрядников, вызывающие повышенный нагрев.

СТО 56947007- 29.200.10.235-2016

Задачи мониторинга воздушных линий

- ✓ несогласованное строительство и обустройство различных объектов;
- ✓ отсутствие или неисправное состояние защиты оснований опор от ледохода, размывания, песковыдувания;
- ✓ неисправное состояние дорог, мостков и т.п.;
- ✓ отсутствие или неисправность отбойных тумб для защиты опор от наездов транспорта, габаритных ворот на пересечениях с железнодорожными путями;
- ✓ отсутствие лестниц для подъема на фундамент переходных опор ВЛ, через водные преграды;
- ✓ отсутствие деталей на металлических опорах;
- ✓ подтопление в охранной зоне по трассе ВЛ;
- ✓ наличие на опорах птичьих гнезд и других посторонних предметов;
- ✓ наличие обрывов, набросов фазных проводов или грозозащитного троса;
- ✓ наличие оборванных (лопнувших) или перегоревших проволок, следов, перекрытия, оплавления или вспучивания верхнего повива («фонари»);
- ✓ изменение стрел провеса и расстояний от проводов ВЛ до земли, до пересекаемых объектов, между фазами до недопустимых значений;
- ✓помимо планового ежегодного осмотра, организовывается дополнительный мониторинг в пожароопасный период, грозовой период и в период ледообразования.

СТО 56947007- 29.200.10.235-2016

БПЛА самолетного типа

АВИАТЭКС Smart Systems

Существующие самолетные модели и станция управления для обследование протяженных объектов (ЛЭП)

БПЛА мультироторного типа

АвиаТЭКС Smart Systems

Точечное обследование ЛЭП с помощью фотокамеры высокого разрешения

Верховой осмотр опор ЛЭП на предмет:

✓ коррозии арматуры и целостности изоляторов;

✓наличия коррозии проводов и тросов;

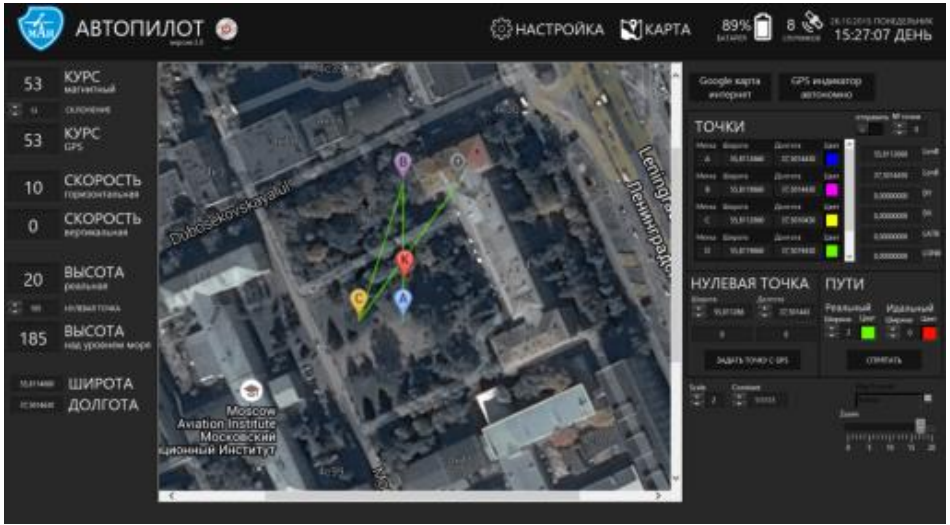
✓изменения стрел провеса и расстояний от проводов ВЛ до земли, до пересекаемых объектов, между фазами до недопустимых значений *(СТО 56947007- 29.200.10.235-2016).*

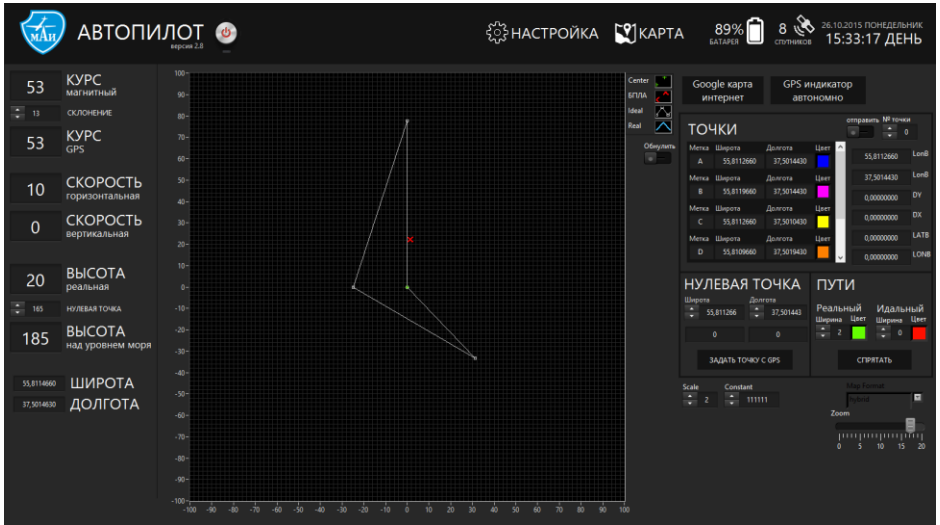
Расстояния до объекта съемки может быть сокращено до 5 м для получения наиболее точного изображения

Собственное ПО для автопилотирования БПЛА

АвиаТЭКС Smart Systems

- ✓ Возможность полностью автономного полета без оператора.
- ✓ Возможность задания любого количества точек при прокладке маршрута.
- ✓ Возможность работы автопилота без связи с интернетом.
- ✓ Возможность обойтись без операторов 4-х уровней подготовки (*СТО 56947007-29.200.10.235-2016*: младший оператор БПЛА, оператор БПЛА, старший оператор БПЛА, инструктор по подготовке операторов БПЛА)
- ✓ Возможность обеспечить передачу информации на большие расстояния без специализированных средств связи.
- ✓ Защита от ошибок при введения полетного задания (например, нет возможности задать полет на большее расстояние, чем позволит батарея).
- ✓ Встроенный бортовой самописец всех параметров телеметрии.
- ✓ Возможность задания специализированных алгоритмов полета.
- ✓ Построение 3Д моделей на основании полученных фотографий.





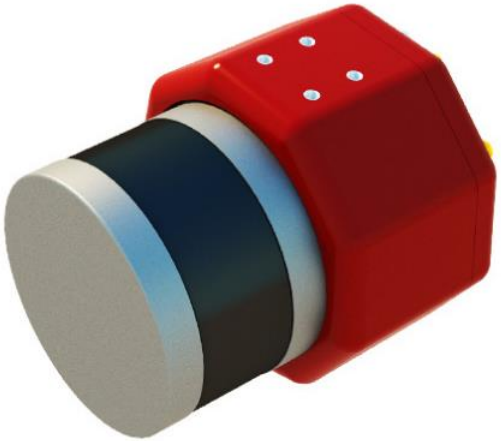
Полезная нагрузка для БПЛА

Фотоаппарат

Тепловизор

Видеокамера

Тепловизор + камера



Лазерный сканер

Видео в реальном времени

Видеосъемка объектов инфраструктуры с передачей изображения на пульт оператора БПЛА в режиме реального времени - для проведения оперативного контроля соблюдения техники безопасности, оценки физиологического состояния рабочего персонала и получению оперативной информации о чрезвычайных ситуациях на ЛЭП:

-наличие обрывов, набросов фазных проводов или грозозащитного троса;

-наличие оборванных (лопнувших) или перегоревших проволок, следов, перекрытия, оплавления или вспучивания верхнего повива («фонари»);

- съемка элементов ЛЭП при помощи небольшого Коптера, оборудованного миниатюрной экшен камерой с расстояния 3 – 5 м позволит выполнить обследование верхних элементов ближайшей опоры ЛЭП без привлечения подъемника или вертолета, а также без отключений на ЛЭП.

(в соответствии с СТО 56947007- 29.200.10.235-2016)

Высокие сухие деревья – угроза падения на ЛЭП

Точечное обследование ЛЭП с помощью ультрафиолетовой камеры (нарушение изоляции)

На сегодняшний день ультрафиолетовая диагностика является единственно надежным способом отбраковки подвесной изоляции ЛЭП, изоляторов, выключателей, проводов, по такой характеристике, как «**потеря изоляционной способности**» **Только** при помощи Коптера можно выполнить УФ съемку, поскольку есть возможность обеспечить выдержку экспозиции на объекте съемки в пределах 5 – 10 с.

Некоторые дефекты элементов ЛЭП могут быть обнаружены только при помощи УФ камер. Выявляемая УФ камерами разрядная активность позволяет обнаружить нарушения в работе стеклянных, фарфоровых и полимерных изоляторов (загрязнение, трещины, сколы, разрушение армирующей заделки), а так же других изоляционных конструкций и ошиновок.

(СТО 56947007- 29.200.10.235-2016)

Тепловизионный контроль

Инфракрасная (тепловизионная) съемка *(СТО 56947007- 29.200.10.235-2016*)
«При тепловизионной съемке будут хорошо видны опоры ЛЭП, крупные металлические конструкции, грунтовые и асфальтовые дороги, водоемы, деревья и кустарники. Можно выявлять такие нарушения как пожары, подтопления в охранных зонах, а также нарушения которые вызвали нагрев значительной площади (около 1 м2), например, перегрев крупных трансформаторов. Рассмотреть нарушение, которое вызвало нагрев на площади в несколько квадратных сантиметров, будет затруднительно …»
любыми БПЛА, кроме самолетно-квадрокоптерного типа (нашей разработки).

Перегрев контактного соединения ЛЭП (дефект)

Трехмерная (3D) модель просеки

АВИАТЭКС Smart Systems

Фотограмметрическая обработка изображений при помощи специального ПО позволяет получить цифровую модель местности (ЦММ) коридора прохождения ЛЭП. При наличии ЦММ можно создать 3D модели некоторых элементов ЛЭП и выполнить измерения расстояний от проектного положения проводов до поверхности земли, сооружений, древесно-кустарниковой растительности. ***(СТО 56947007- 29.200.10.235-2016)***

Исходные фото с БПЛА

Созданная 3D модель обеспечивает:

1. Анализ геометрии просеки, нахождение опасных участков ЛЭП.
2. Расчет объемов вырубки.
3. Диагностика расчистки просеки.
4. Поиск сухих деревьев и определение их координат.
5. Привязка к ГИС системе.
6. Возможность измерить любой объект просеки – высота деревьев, расстояние до сухих деревьев.

Трудности использования БПЛА большой дальности (самолетного типа)

Наличие катапульты

зависимость от громоздкого устройства и его компонентов

Неуправляемая посадка

высокие риски повреждения

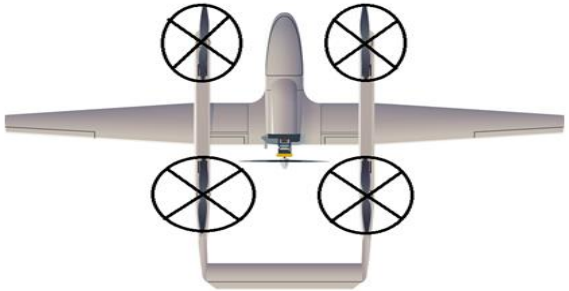
Решение проблем:

Самолёт

+

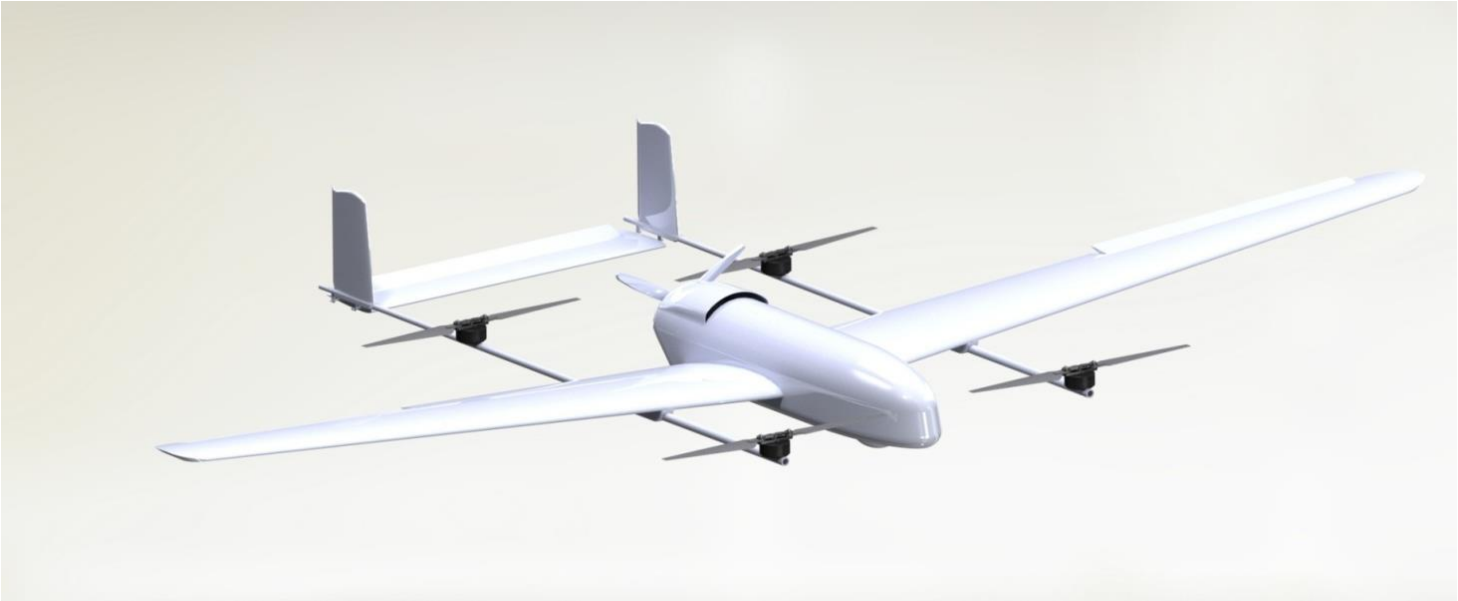
Квадрокоптер

=



БПЛА самолётного типа

Универсальный БПЛА
для обследования ЛЭП и энергетических объектов



1. Удобство эксплуатации – минимальное участие человека в процессе мониторинга с данным типом БПЛА (делает все сам).
2. Не требует наличия катапульты, парашюта и взлетно-посадочной полосы.
3. Полностью автоматизированный комплекс выполнения полетного задания: взлет – полет по точкам – посадка.
4. Повышенный функционал аппарата - за счет использования комбинированной схемы конструкции способен зависать над требуемыми точками как квадрокоптер и выполнять полетные задания с дальностью полета 200 и более км.

Спасибо за внимание!