

Мобильная лаборатория беспилотных средств диагностики линий электропередач 35-110 кВ

Микрюков В.В.
ПАО «Россети Центр»

2023 / 5–6 июля

Москва / Конгресс-центр ЦМТ



VIII Международная
научно-техническая конференция

«Развитие и повышение надежности
распределительных электрических сетей»

ОРГАНИЗАТОРЫ



АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ



«В ближайшие годы беспилотные авиасистемы должны в значительной степени взять на себя контроль состояния промышленных объектов, трубопроводных систем, **линий электропередачи**, практически всей критически важной инфраструктуры, вести мониторинг лесов»

В.В. Путин

ВЫЗОВЫ ПАО «РОССЕТИ ЦЕНТР»

108 ТЫС. КМ

протяженность ВЛ 35-110 кВ

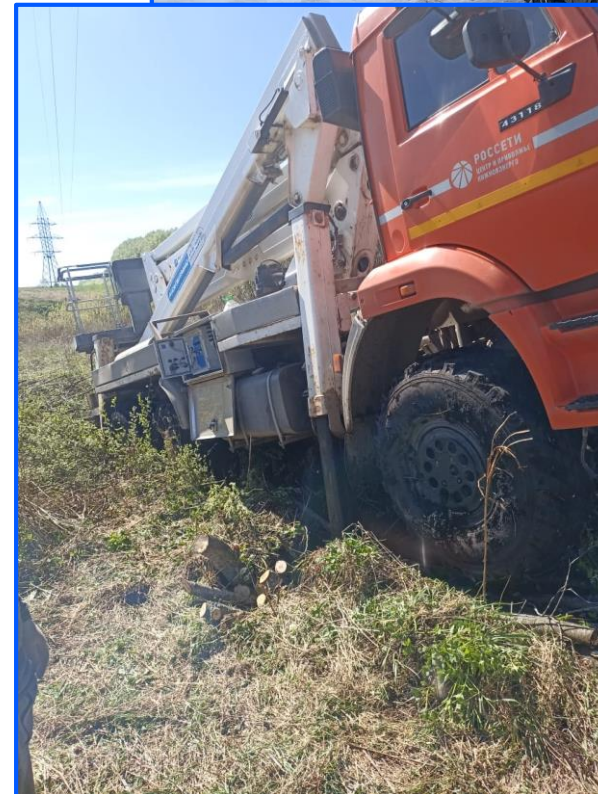
94 тысяч км – осмотр

14 тысяч км – верховой осмотр

27%

ВЛ в труднодоступной местности*

*болота, переходы через реки, густые леса

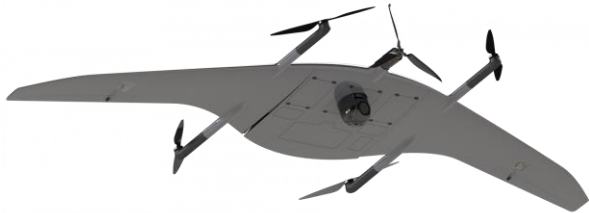


НАШ ПУТЬ

1 этап

2017 – 2018 гг.

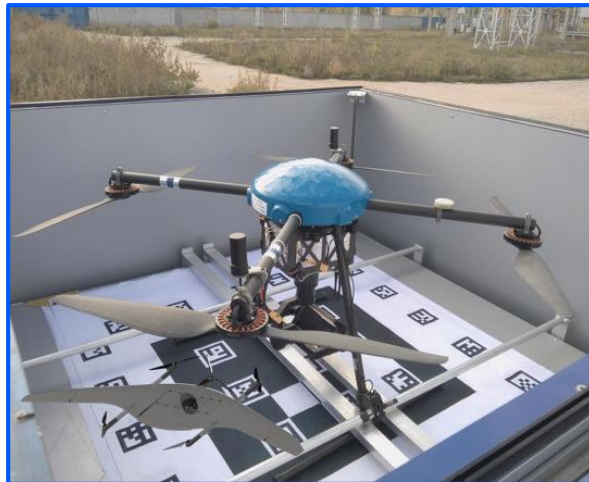
- ✓ Апробация использования БВС для распознавания дефектов – подтверждена гипотеза



2 этап

2019 – 2020 гг.

- ✓ Создан ПАК для автоматического обследования ВЛ с помощью БВС: взлетно-посадочная станция, доработка БВС, ПО для распознавания дефектов



3 этап

2021 – 2022 гг.

- ✓ Создана и апробирована мобильная лаборатория беспилотных воздушных средств диагностики ВЛ 35-110 кВ



4 этап

2023 – 2025 гг.

- ✓ Инсталляция нейросетевых алгоритмов в БВС для автоматической настройки маршрута полета и угла фотофиксации



ПРОЦЕСС ДИАГНОСТИКИ ВЛ 35/110 кВ С ПРИМЕНЕНИЕМ БВС



КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ

Внешний вид лаборатории:



Получение объективной информации о состоянии ВЛ 35/110 кВ для последующей передачи в ПО распознавания дефектов с применением специализированных полезных нагрузок

Внешний вид диагностического ПО:

Мониторинг ВЛ

Опора № 5

Инвентарный номер: 4215
Дата ввода в эксплуатацию: 01-01-82

3D реконструкция

Журнал дефектов.
Наименование линии ВЛ 110 кВ Ситовка - Доброе.

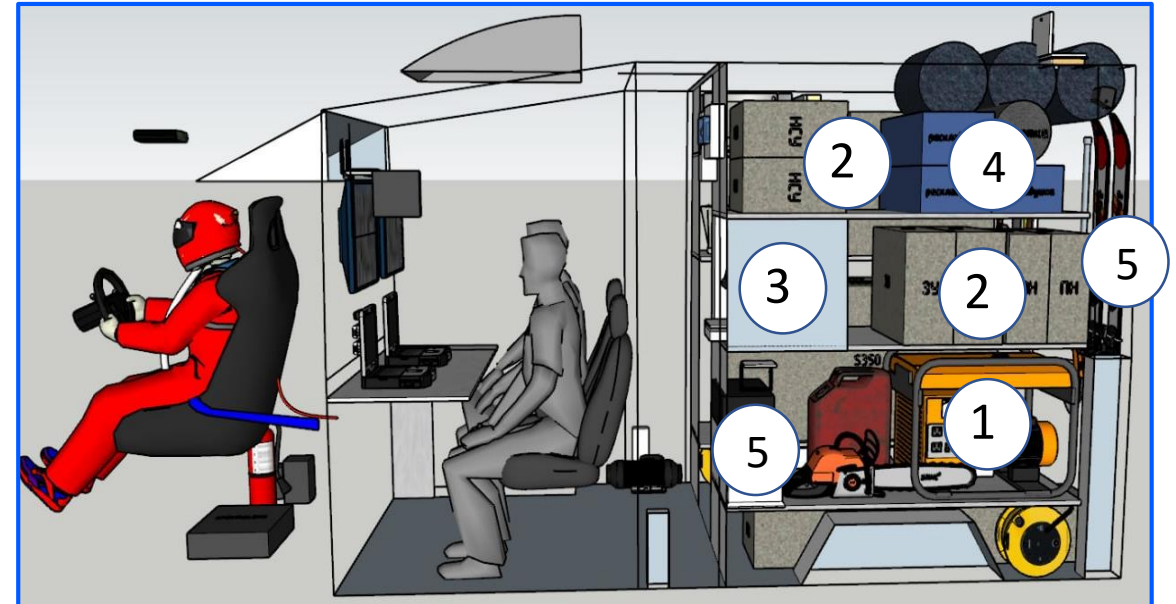
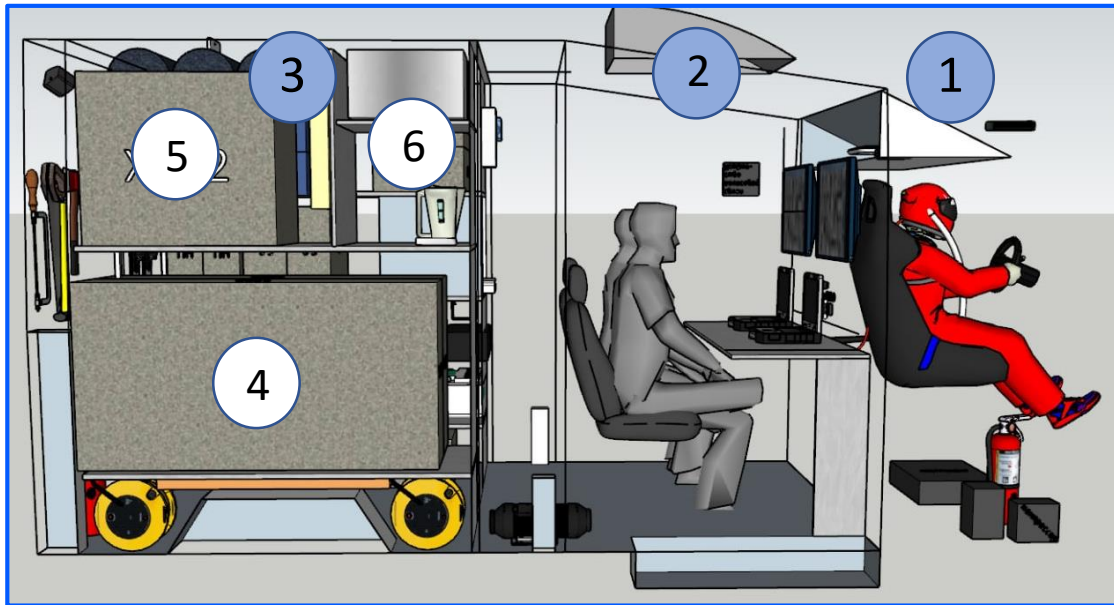
Паспорт опоры № 5

- Название опоры: Опора № 5
- Тип опоры
- Дата изготовления
- Дата ввода в эксплуатацию: 01-01-82
- Описание
- Географическое положение
 - Долгота: 39.6206
 - Широта: 52.680333
 - Высота над уровнем моря: 157
- Номер опоры: 5
- Инвентарный номер: 4215

26.3, 11.0, 2.0, 3.3, 4.0, 4.0, 2.3, 2.3, 3.9, 3.9

Автоматическая обработка и анализ полученных с БПЛА изображений в видимом, инфракрасном (ИК) и ультрафиолетовом (УФ)

СОСТАВ ЛАБОРАТОРИИ



- | | |
|---|------------------------------------|
| 1 | Водительский отсек |
| 2 | Отсек операторов БВС |
| 3 | Технологический отсек |
| 4 | БВС самолетного типа Supercam S350 |
| 5 | БВС коптерного типа Supercam X6M2 |
| 6 | Бытовой отсек |

- | | |
|---|---|
| 1 | Автономный генератор |
| 2 | Целевые нагрузки для БВС |
| 3 | МФУ (принтер, сканер) |
| 4 | Походный инвентарь (палатка, спальники) |
| 5 | Рабочий инвентарь, инструменты |

СОСТАВ КОМПЛЕКСА

БЕСПИЛОТНОЕ ВОЗДУШНОЕ СУДНО (БВС) КОПТЕРНОГО ТИПА



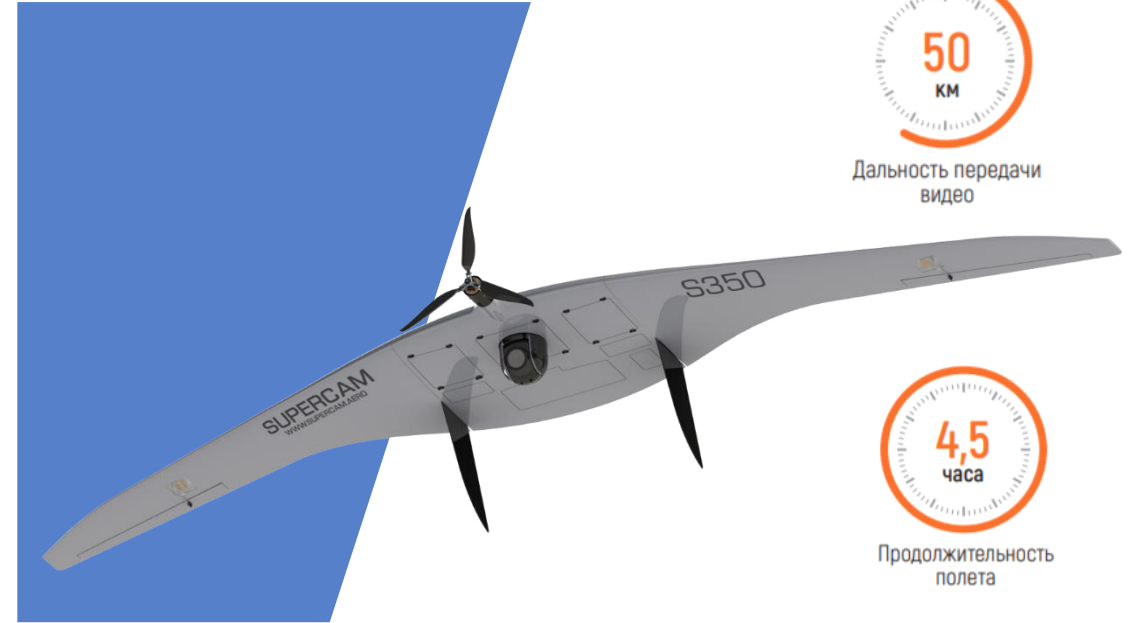
55
МИН

Продолжительность
полета

10
КМ

Дальность передачи
видео

БЕСПИЛОТНОЕ ВОЗДУШНОЕ СУДНО (БВС) САМОЛЕТНОГО ТИПА



50
КМ

Дальность передачи
видео

4,5
часа

Продолжительность
полета

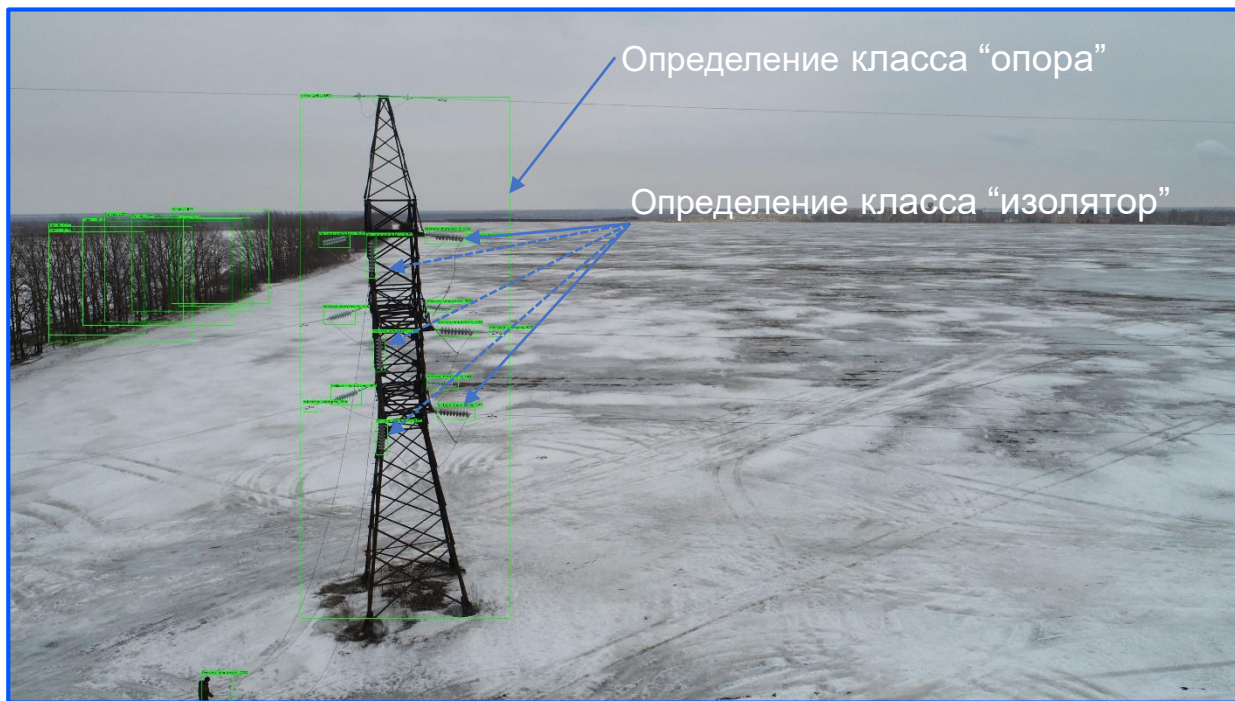
ЗНАЧЕНИЕ	ПАРАМЕТР	ЗНАЧЕНИЕ
-40 ... +45°C	Температурный диапазон	-40 ... +45°C
до 55 мин	Продолжительность полета	до 270 мин
0 ... 30 км/ч	Скорость	65 ... 120 км/ч
до 30 км	Дальность полета	более 240 км
до 12 м/с	Скорость ветра	до 15 м/с
до 3 мм/ч	Дождь	до 3 мм/ч

ВИДЫ ВЫЯВЛЯЕМЫХ ДЕФЕКТОВ

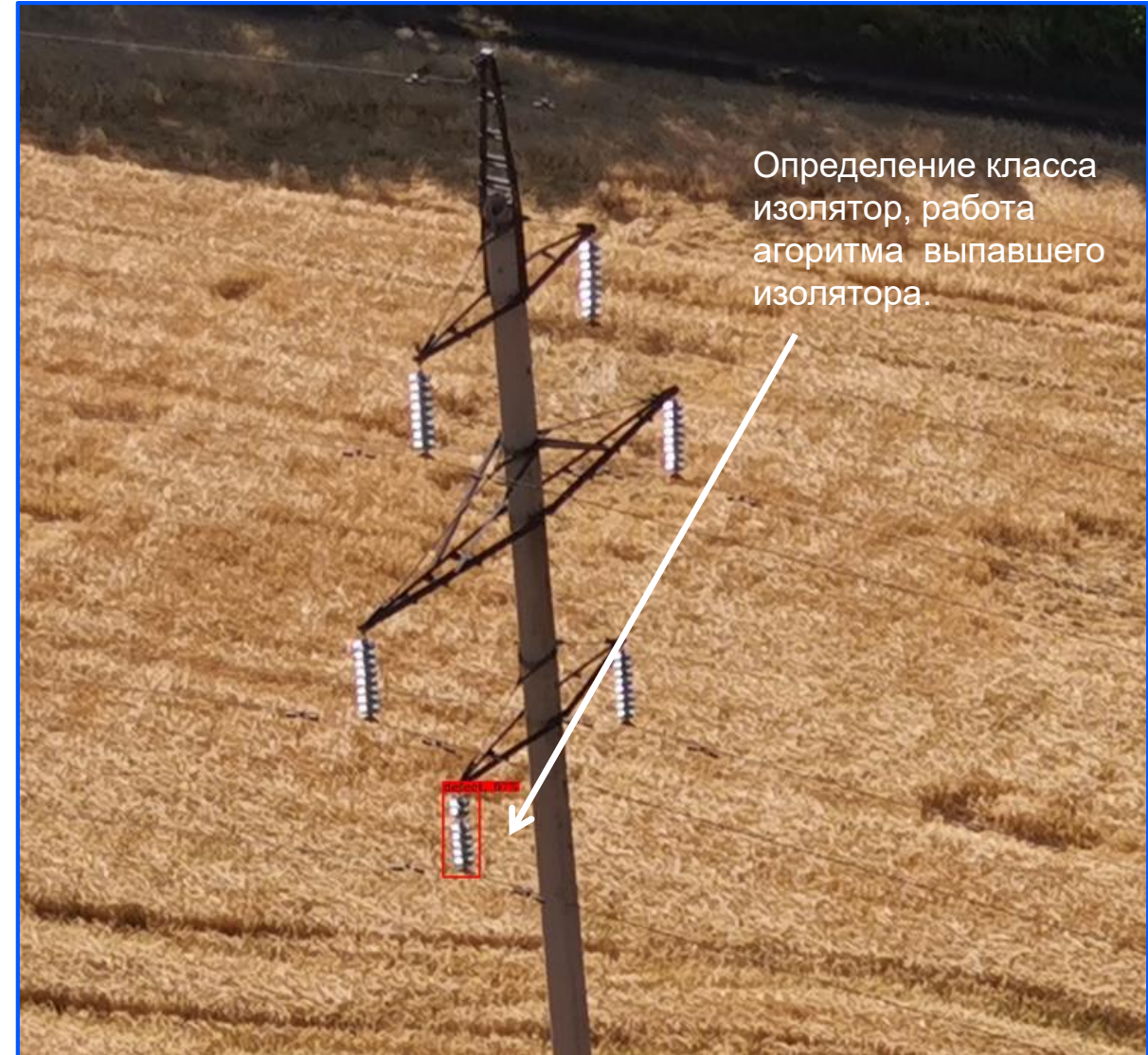
№п/п	Вид дефекта
1	Отклонение опоры в поперечной плоскости оси ВЛ
2	Отклонение опоры в продольной плоскости оси ВЛ
3	Обрыв провода
4	Выявление опоры в зоне подтопления, в месте паводка
5	Повреждение опоры у основания
6	Повреждение крепления шлейфа
7	Отклонение поддерживающей изолирующей подвески от проектного положения
8	Растительность/ветки на проводах
9	Расстояние до проезжей части не соответствует ПУЭ
10	Расстояние до сооружений не соответствует ПУЭ

№п/п	Вид дефекта
11	Расстояние до земли не соответствует ПУЭ
12	Повреждение анкерного зажима
13	Разрушение изоляторов в гирлянде
14	Разрушение/потеря несущей способности опоры
15	Разрушение/излом стойки
16	Наличие выступающих веток в охранной зоне
17	Наличие дерева, угрожающего падением
19	Наброс на провода
20	Загромождение охранной зоны
21	Размещение техники в охранной зоне
22	Недостаточная ширина просеки
23	Посторонние предметы на траверсе

АЛГОРИТМ «ОБРЫВА ПРОВОДА/ ОТКЛОНЕНИЕ ИЗОЛИРУЮЩЕЙ ПОДВЕСКИ»

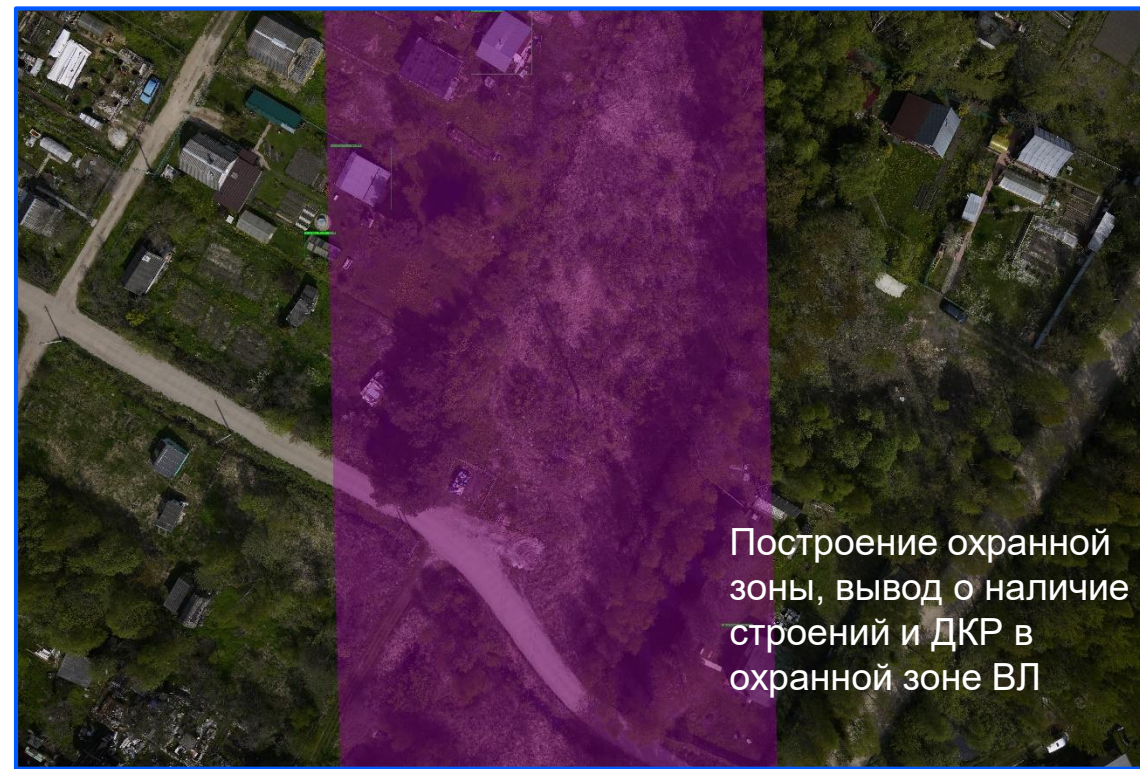
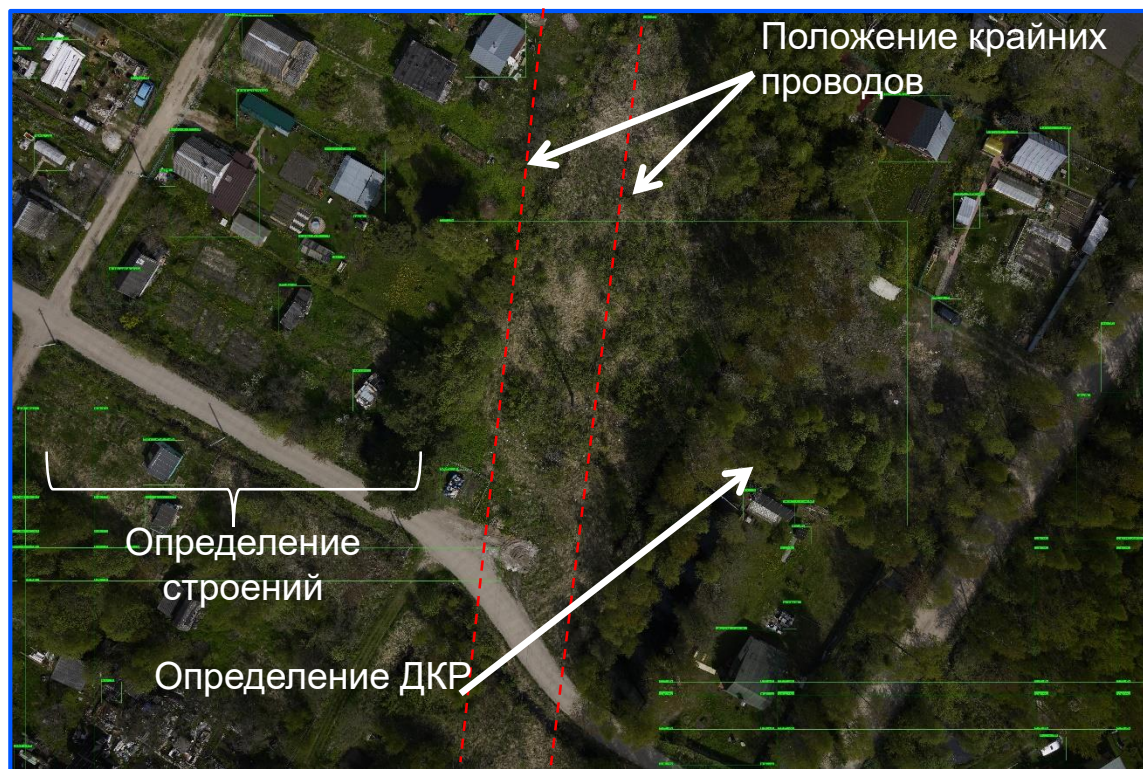


АЛГОРИТМ «ВЫПАВШИЙ ИЗОЛЯТОР»



Определение класса
изолятора, работа
агоритма выпавшего
изолятора.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПРОВЕРКИ СОСТОЯНИЯ ОХРАННЫХ ЗОН ВЛ 110 кВ

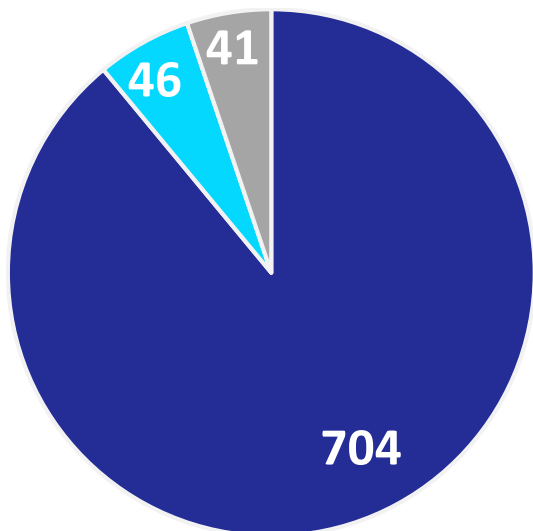
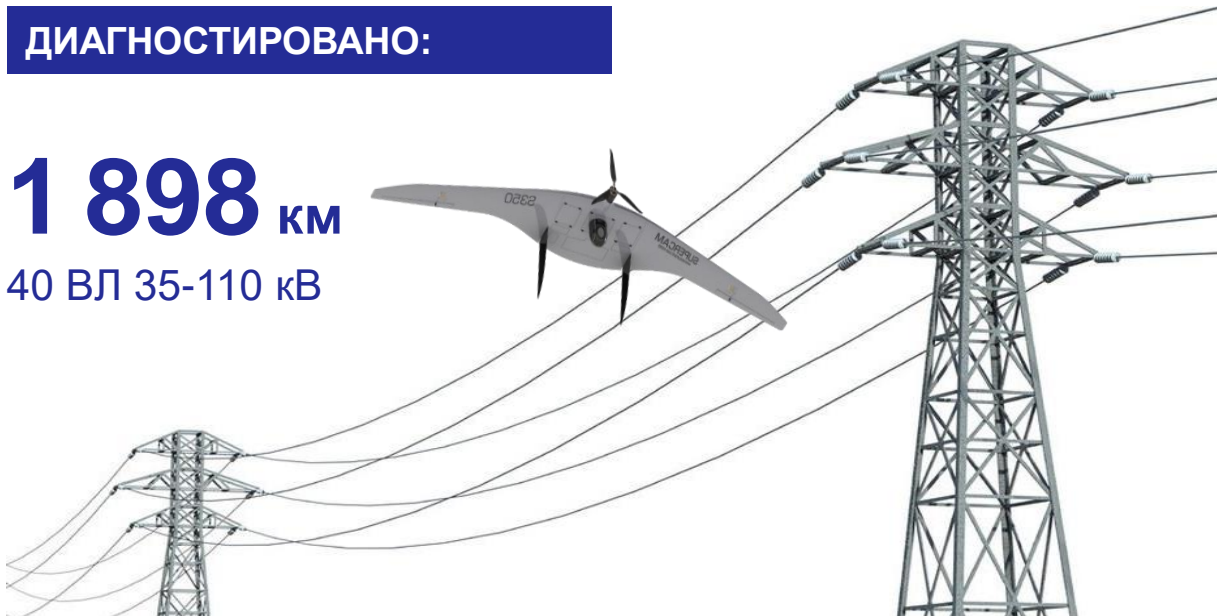


ЭФФЕКТЫ

ДИАГНОСТИРОВАНО:

1 898 км

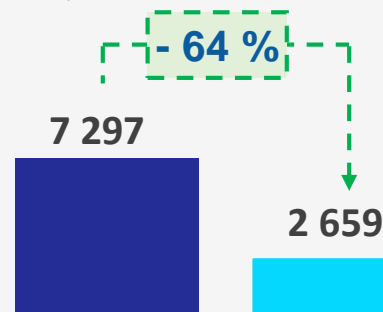
40 ВЛ 35-110 кВ



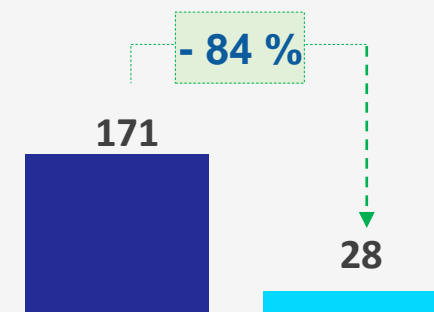
- ДКР в охранной зоне ВЛ
- Строения/сооружения в охранной зоне ВЛ
- Дефекты опор, арматуры и провода

ЭФФЕКТЫ:

Снижение расходов, тыс. рублей



Повышение производительности труда, кол-во рабочих дней



● «Классический метод» ● Посредством БВС

МОДЕЛЬ ОКУПАЕМОСТИ:



20 млн рублей с НДС → 2-5 лет

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ



Разработка ПАК автоматической корректировки полетного маршрута по точкам интереса.

Применение нейросетевых алгоритмов на борту БВС для автоматической настройки лучшего угла фотофиксации дефекта



Разработка ПК автоматического построения и согласования полетных заданий.

Программное обеспечение способное исходя из полетного задания автоматически сформировать координаты зоны для закрытия воздушного движения




Расширение функционала и объемов дефектов, выявляемых в ходе облетов ЛЭП.

Дообучение сверточных нейронных сетей, за счет большего количества диагностируемого с помощью БВС оборудования



Построение ортофотоплана и цифровых моделей объектов.

Применение технологии Lidar для построения цифровых моделей

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель генерального директора
по цифровой трансформации
ПАО «Россети Центр»
 В.О. Акуличев
«___» _____ 2023 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № БШ16-0080/2023/Ц
на выполнение
научно-исследовательской и опытно-конструкторской работы (НИОКР)
«Разработка программного-аппаратного комплекса для интеллектуального
обнаружения объектов исследования и автоматического построения полетных заданий
беспилотных воздушных средств различного типа»

Москва, 2023 г.

КОНТАКТЫ

Виталий Олегович Акуличев

Заместитель генерального директора по цифровой трансформации ПАО «Россети Центр»

E-mail: Akulichhev.VO@mrsk-1.ru

Рабочий телефон: 495 7479292 (31-01)

Мобильный: +7 (911) 074-76-07

Александр Александрович Пацев

Главный специалист Дирекции по инновационной деятельности и импортозамещению
ПАО «Россети Центр»

E-mail: Patsev.AA@mrsk-1.ru

Мобильный: +7 (995) 247-75-52



Спасибо за внимание!

