



# SKYMEC

НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА



официальный дистрибьютор





A photograph showing a drone flying in the sky near high-voltage power lines. The power lines are supported by metal towers and feature large insulators. The sky is clear and blue.

**«Практика применения беспилотных авиационных систем (БАС) для мониторинга высоковольтных линий электропередач».**

**ООО «Небесная Механика» (Skymec).**



# Применение БАС для обследования объектов

- Лазерное сканирование ЛЭП
- Обследование ЛЭП в видимом и ИК диапазонах
- Поиск коронных разрядов с ультрафиолетовой камерой





# КОМПЛЕКС ДЛЯ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ БВС DJI MATRICE 350 RTK И ЛИДАР DJI ZENMUSE L2







250 м при 10 % отражательной способности поверхности и освещенности 100 klx.

450 м при 50% и 0 klx.

Точность 5 см по горизонтали и 4 см по вертикали при рабочей высоте 150 м.



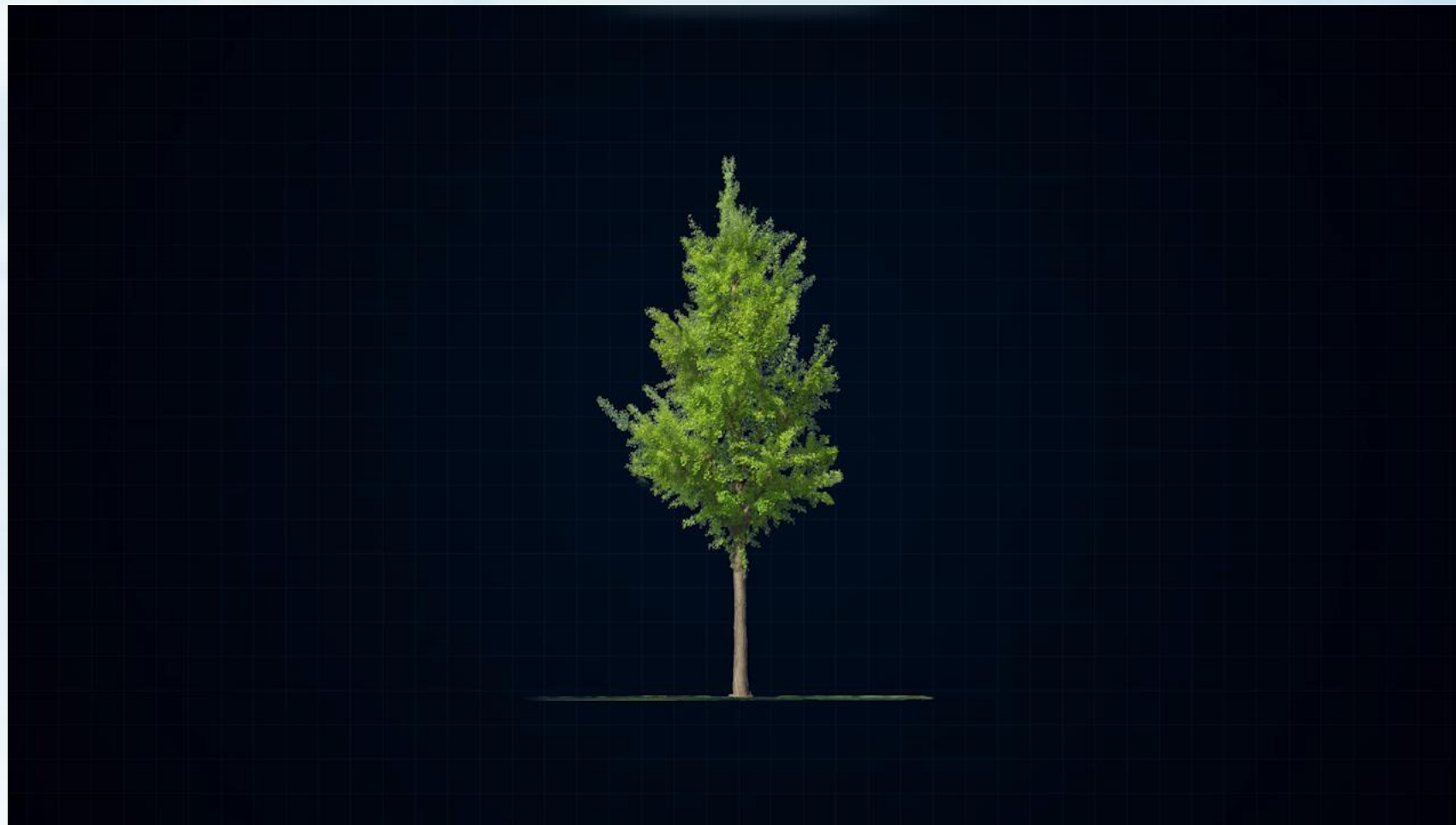




В 5 раз меньше размер пятна по сравнению с L1, что дает лучшую детализацию мелких объектов и повышает эффективность работы на объектах с густой растительностью.



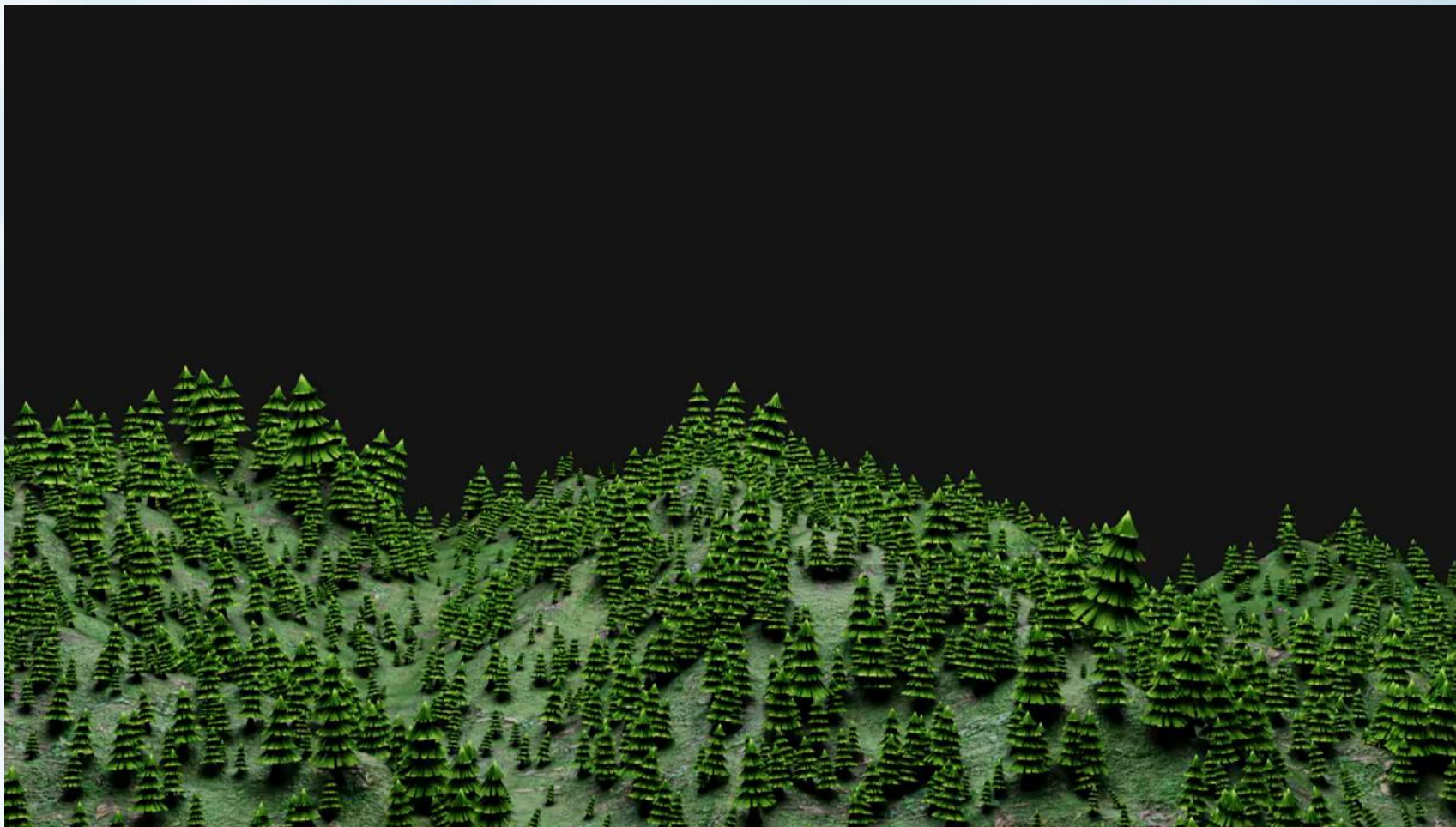




5 отражений (3 у L1) позволяет получить рельефные точки даже на сильно залесенных участках.

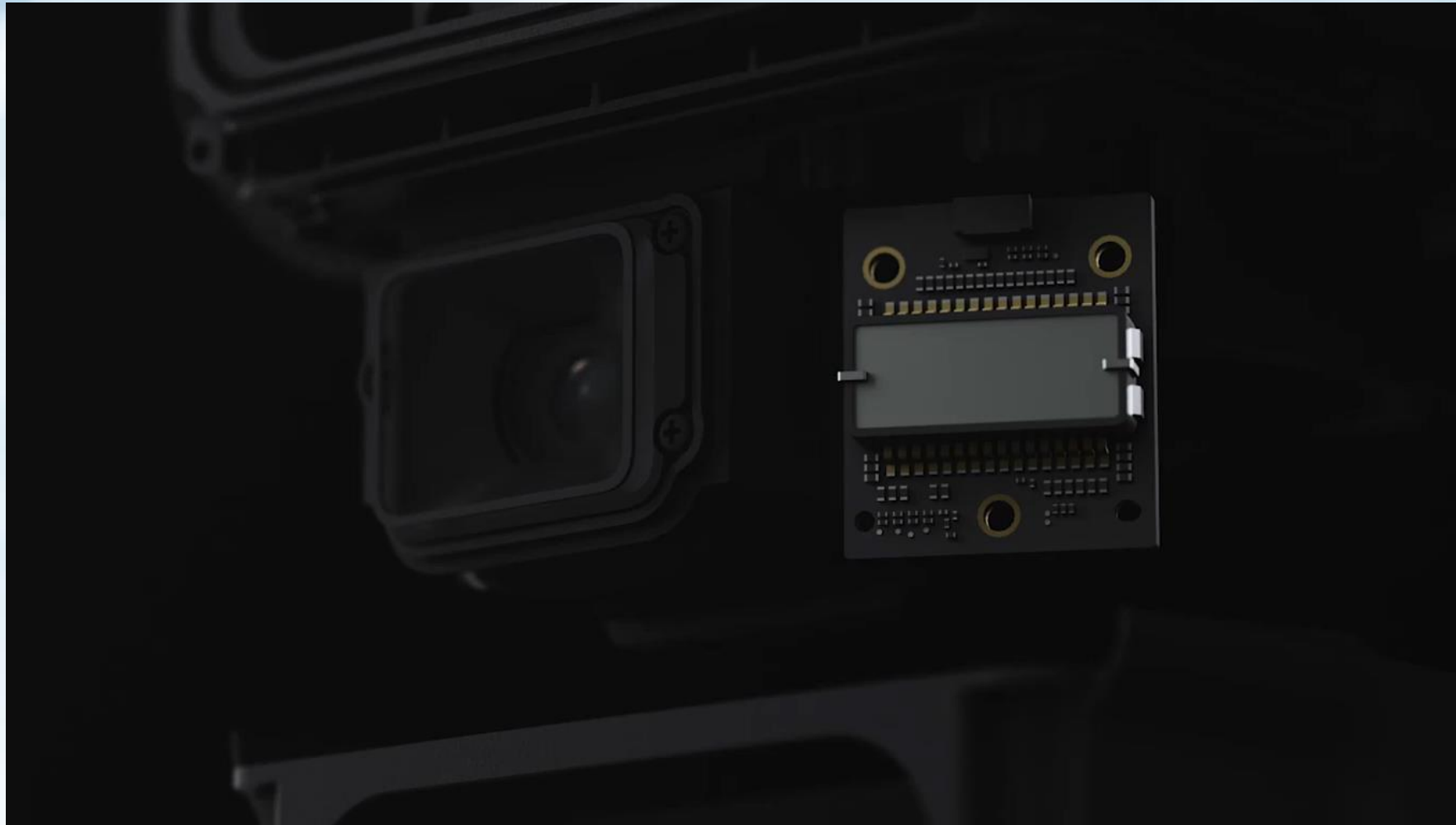






2 режима сканирования - повторяющийся для съемки местности и неповторяющийся для получения моделей объектов со сложной структурой (ЛЭП, эстакады).



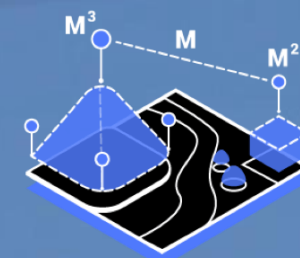
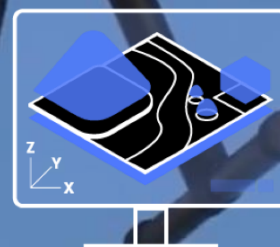
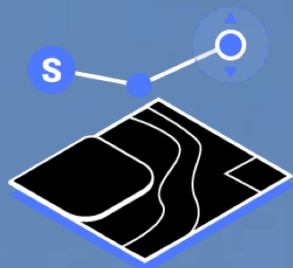


Эффективная скорость точек: 240 000 точек/с  
Камера: 4/3 CMOS, эффективное количество пикселей: 20 МП





Выполнение воздушного лазерного сканирования с помощью лидара DJI Zenmuse L2 позволяет создавать 3D модели – цифровые двойники реальных объектов для последующего анализа данных и визуализации.

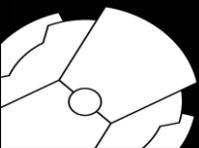


Планирование задач

Сканирование

Обработка

Анализ данных



RGB    Отражаемость    Высота    Отраженной волны

Облако точек



Ауап\_LEP

2 набор(ы) данных >

Настройки центральной точки базовой станции

Облако точек лидара

Плотность облака точек

В процентах

По расстоянию

Выс. (100%)

Сценарии

Обработка облака точек

Расширенный

Проверка точности

Эффективное расстояние облака... 250 m

Оптимизировать точность облака точек

Сгладить облако точек

Система координат на выходе

Произвольная система координат

Известная система координат

Настройки горизонтальной линии отсчета

WGS 84 / UTM zone 48N

Настройки геоида

Default

Смещение по высоте 0 m

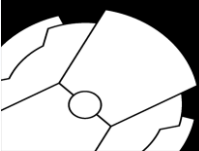
Формат вывода

Облако точек

Начать обработку







LEP\_L1. Провис.lsc\* - КРЕДО 3D СКАН

Файл Правка Вид Облака точек Растры Рельеф Ситуация Автомобильные дороги Интерактивы Оформление Чертежи Окно

1:200

План 3D вид

Динамический 3D поперечник

3,000 1:2

3,026 м  
4,628 м

3,026 м  
4,628 м

Облака точек Именованные точки Фрагменты

Имя	Файл	Измер точки	:(всего/выд/	на диске	классификаци
cloud_-469с...	C:/Users/or/...	3 235 864 885...	7202M		1 слой

1 N E H B L H CK: Transverse\_Mercator СВ: Балтийская Модель геоида: Не задана Поиск Команда (C...



LEP\_L1. Провис.lsc\* - КРЕДО 3D СКАН

Файл Правка Вид Облака точек Растры Рельеф Ситуация Автомобильные дороги Интерактивы Оформление Чертежи Окно

1:200

План 3D вид

Динамический 3D поперечник

3,000 1:2

3,027 м

3,027 м

Облака точек Именованные точки Фрагменты

Имя	Файл	измер точки,	(всего/вид./	на диске	лассификаци
cloud_-469с...	LEP_L1. Про...	3 235 864 885...	7202M	1 слой	

1 N E H B L H CK: Transverse\_Mercator СВ: Балтийская Модель геоида: Не задана Поиск: Команда (C...

## Облако точек, полученное с помощью лидара

Новый проект 2\* - КРЕДО 3D СКАН

Файл Правка Вид Облака точек Растры Рельеф Ситуация Автомобильные дороги Интерактивы Оформление Чертежи Окно

План 3D вид

Динамический 3D поперечник

Рельефные точки под кронами деревьев

Имя	Файл	измер точки,	(всего/выд./	на диске	лассификаци
cloud_-469c...		3 235 864 885...	7202M		1 слой

СК: Transverse\_Mercator СВ: Балтийская Модель геоида: Не задана

Поиск: Команда (C...



## Облако точек, полученное с помощью фотограмметрии

Новый проект 2\* - КРЕДО 3D СКАН

Файл Правка Вид Облака точек Растры Рельеф Ситуация Автомобильные дороги Интерактивы Оформление Чертежи Окно

План 3D вид

12% 2318000 2318100 2318200

Динамический 3D поперечник

DXF 3,000 1:2

Отсутствие рельефных точек под кронами деревьев

Имя	Файл	измер точки,   : (всего/выд/	на диске	лассификаци
cloud_AB		3 11 645 576/...	355M	1 слой

СК: Transverse\_Mercator СВ: Балтийская Модель геоида: Не задана Поиск: Команда (C...





# ИНСПЕКЦИИ С ПОМОЩЬЮ DJI MATRICE 350 RTK И H20T





# DJI Zenmuse H20 Серия

## Камера с оптическим зумом

- 20 МП
- Гибридный оптический зум: 23x
- Ночной режим (IR-CUT)

## Широкоугольная камера

- 12 МП
- Фокусное расстояние: 24мм
- DFOV: 82.9°

## Лазерный дальномер

- 905нм (NIR)
- Дальность: 3 - 1200 м
- Точность: 20 см - 20 м

## Тепловизионная камера

- Радиометрическая
- 640x512, 30Гц
- Фокусное расстояние: 13.5мм



## Zenmuse H20T

Оптический зум  
Широкоугольный объектив  
Лазерный дальномер  
Тепловизионная камера



**Normal** | **P mode - Manual flight** | RTK 42 | RC | 90% 48.9V | 87% 48.9V | 32:16

ISO 100 | Shutter 1/60 | EV 0 | AE | AFC | CWZI 1457 | AUTO

IR | WIDE

Zoom 2.0X

WS 02.7 ↗ -34° | 0.0 VS | 031.2 ALT m | 0631.5 ASL | 34m

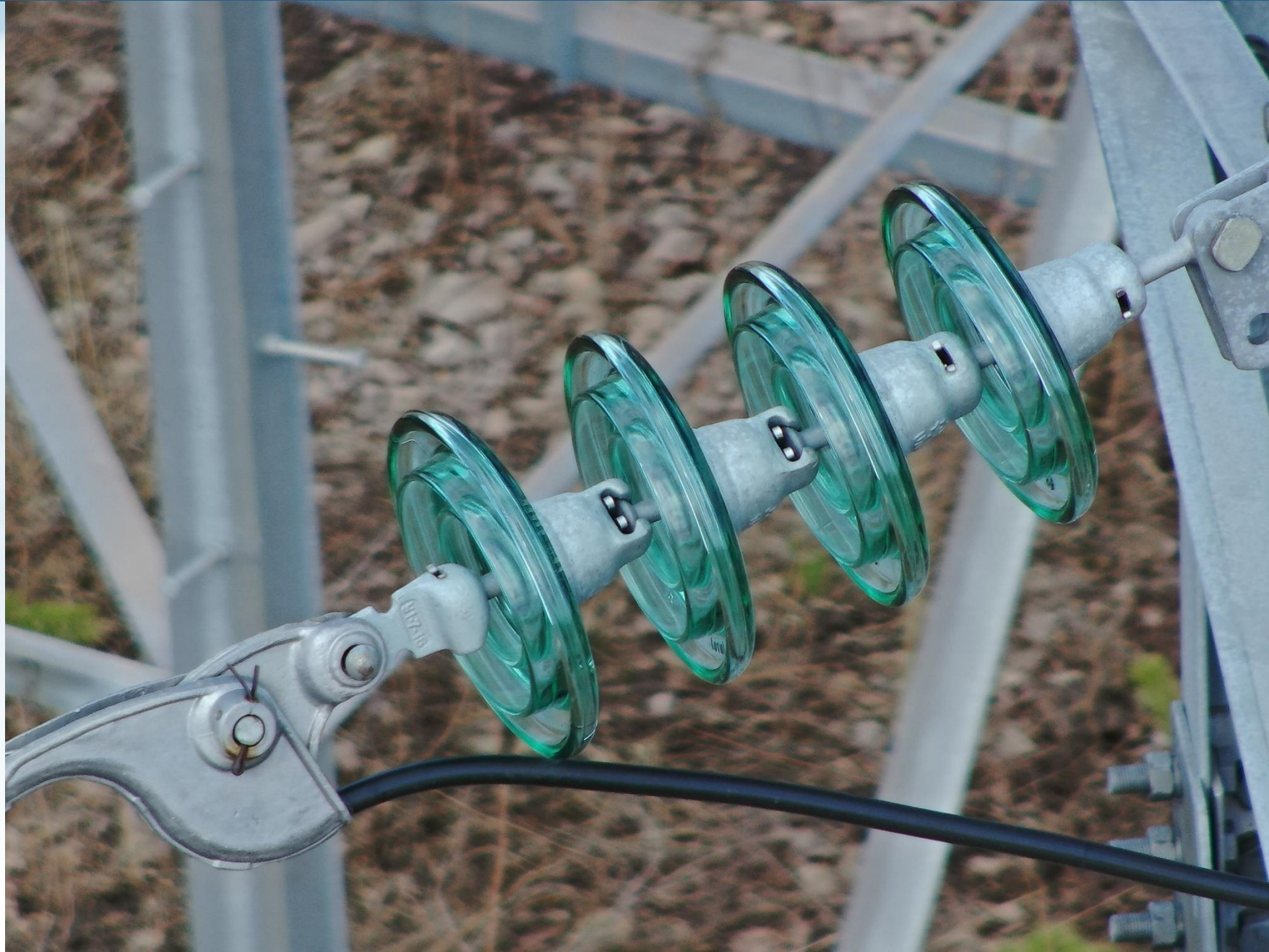
SPD 00.0 m/s

043

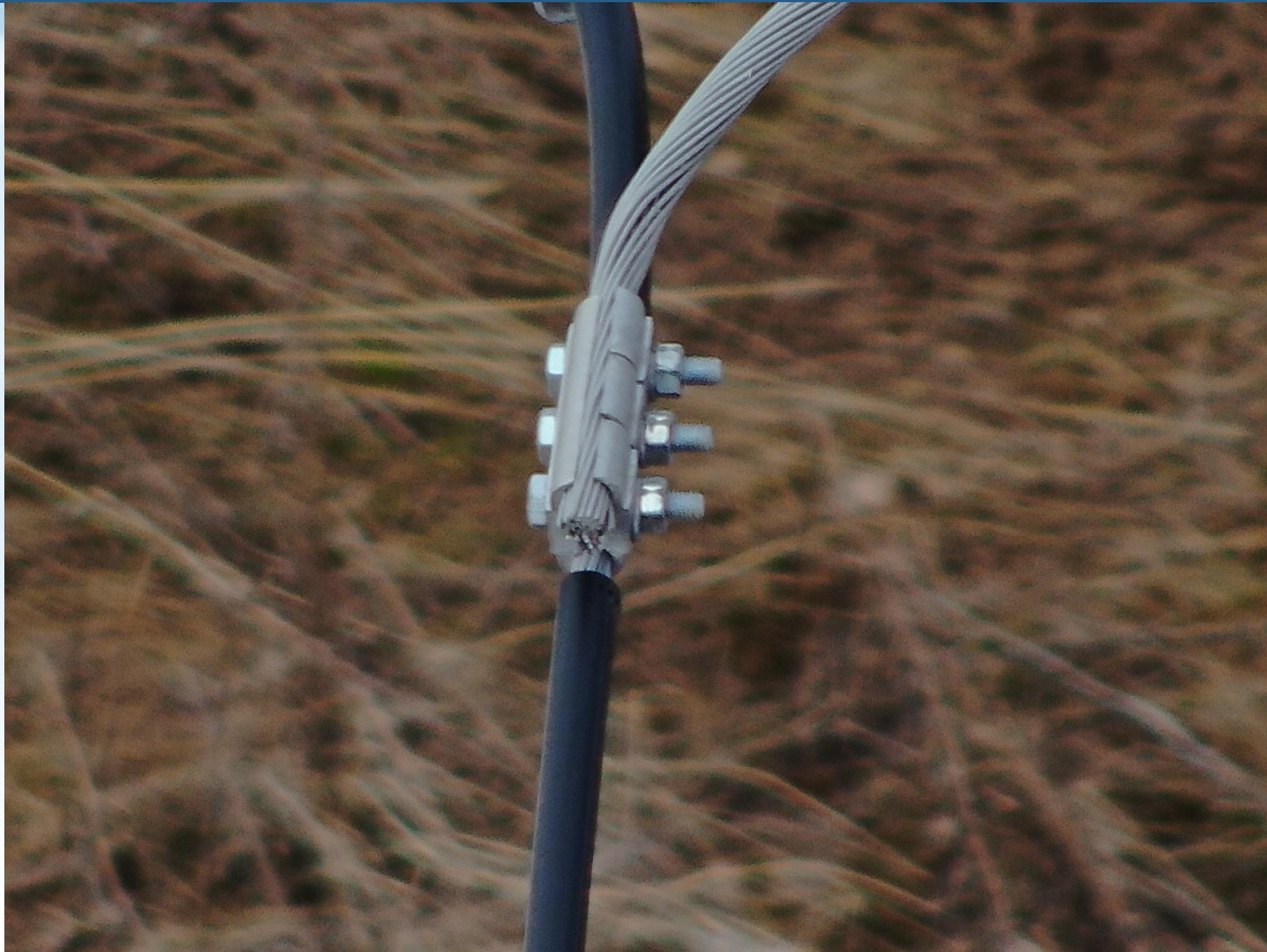
FPV

The screenshot displays a drone's perspective of a tall, lattice-structured metal power line tower. The tower is the central focus, with power lines extending from it. The surrounding terrain is a dry, hilly landscape with sparse vegetation. The interface is overlaid with various data and controls. At the top, it shows flight mode (P mode - Manual flight), RTK status (42), RC mode, and battery levels (90% and 87% at 48.9V each). A timer shows 32:16. Camera settings include ISO 100, shutter 1/60, EV 0, AE, AFC, CWZI 1457, and AUTO. On the left, there are icons for camera zoom, IR, and WIDE. On the right, there are zoom controls (+, -, Zoom 2.0X) and a play button. At the bottom, a compass shows a heading of 043, and telemetry data includes WS 02.7 ↗ -34°, 0.0 VS, 031.2 ALT m, 0631.5 ASL, and 34m. A speed indicator shows SPD 00.0 m/s. A small FPV inset window in the bottom right shows a wider view of the tower and the surrounding area.





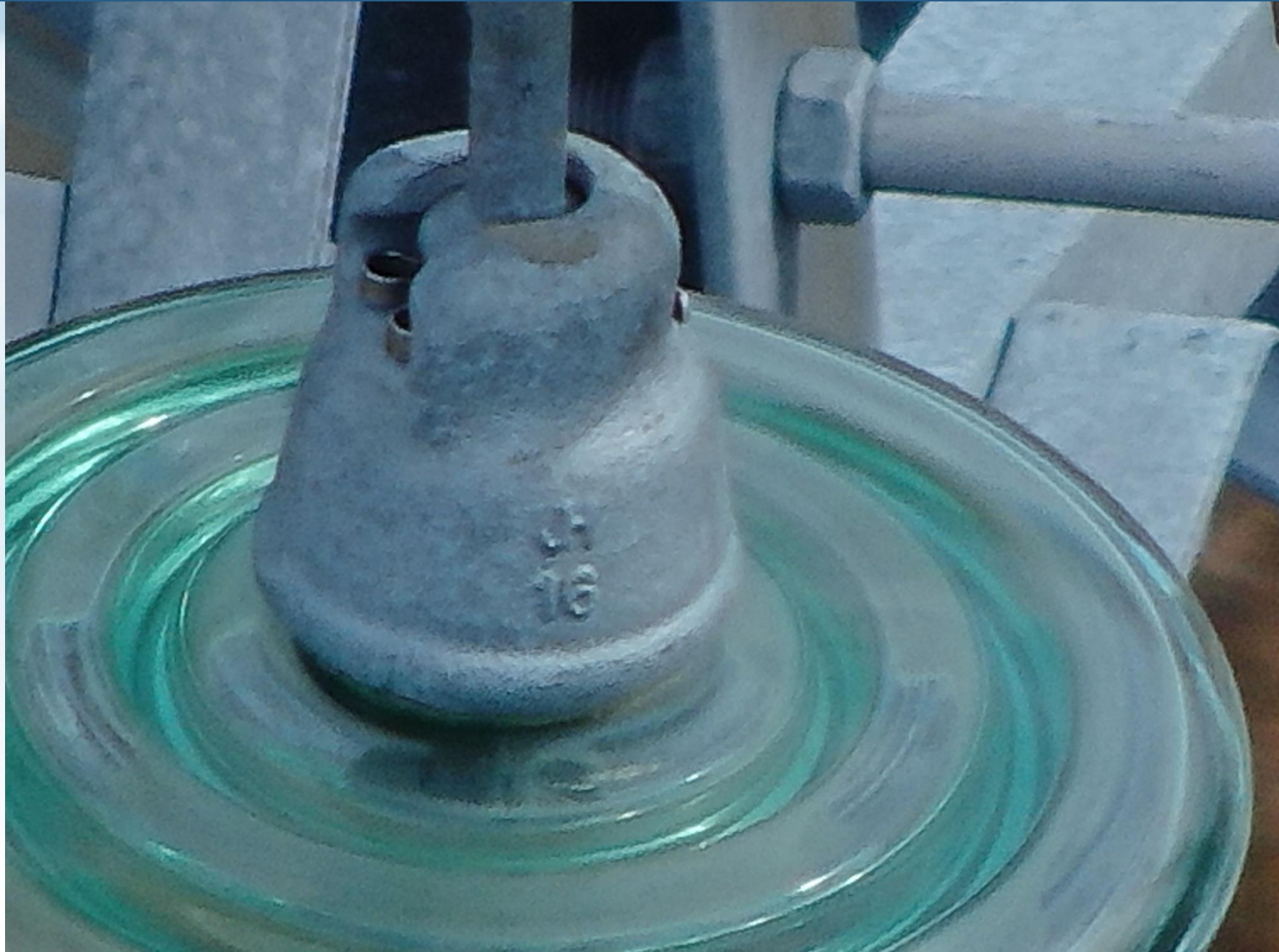


















Детальная инспекция N/A

ЛЭП

Информацию о маршруте

Настройки маршрута полета

Поворот дрона

Задать точку маршрута отдельно

Конечное действие

Возврат домой

Разрешение фото

4:3

Расстояние для съемки 5 m

Изменить масштаб 31,7 mm

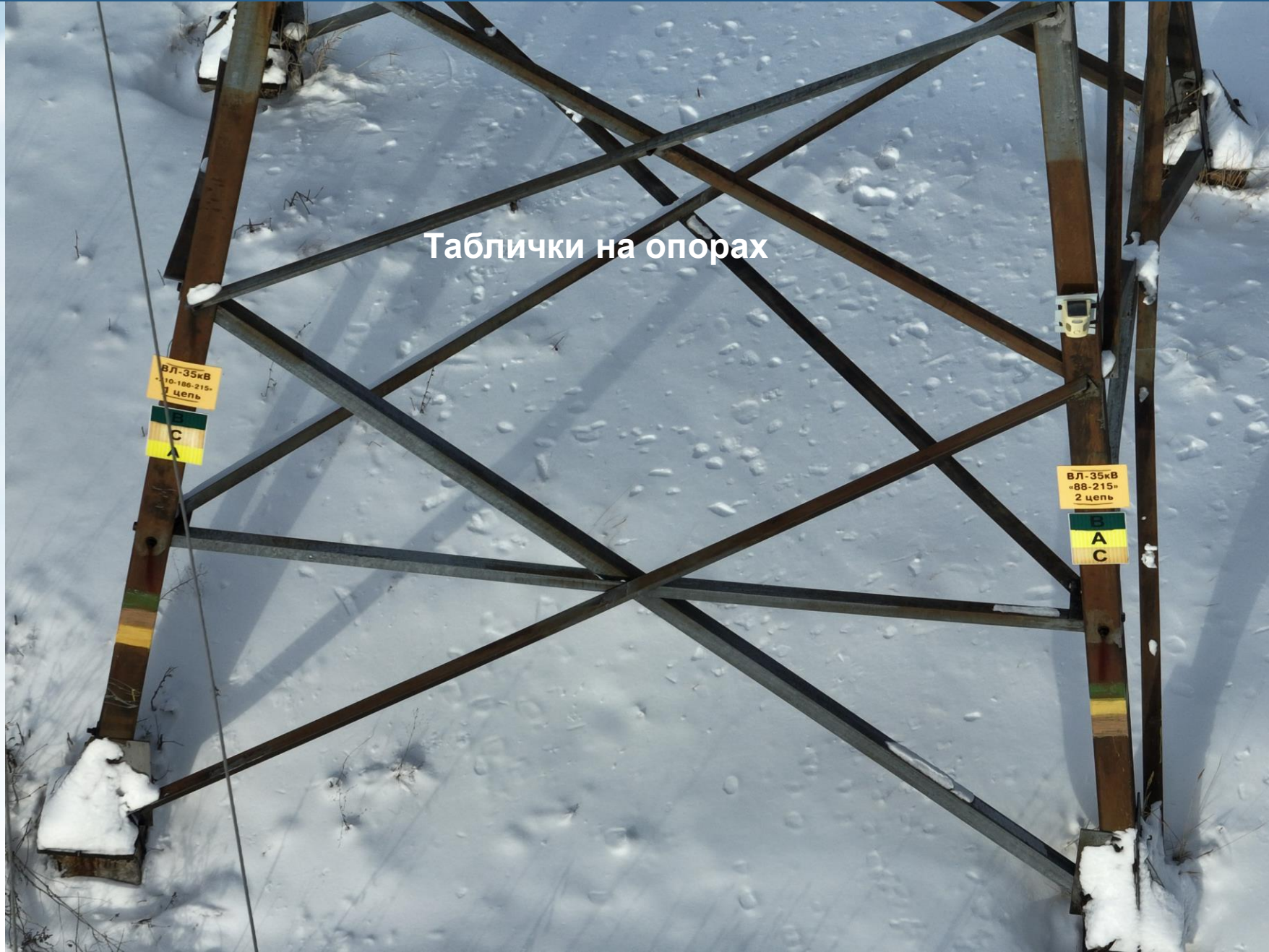
Скорость маршрута полета 4 m/s

Начальная скорость 13 m/s

15:57  
15.07.2021



Таблички на опорах







Отсутствие маркировки опоры







Контроль геометрии траверсы







Контроль состояния изоляторов





Контроль состояния изоляторов и элементов крепежа





Контроль состояния изоляторов и элементов крепежа





Контроль состояния изоляторов и элементов крепежа

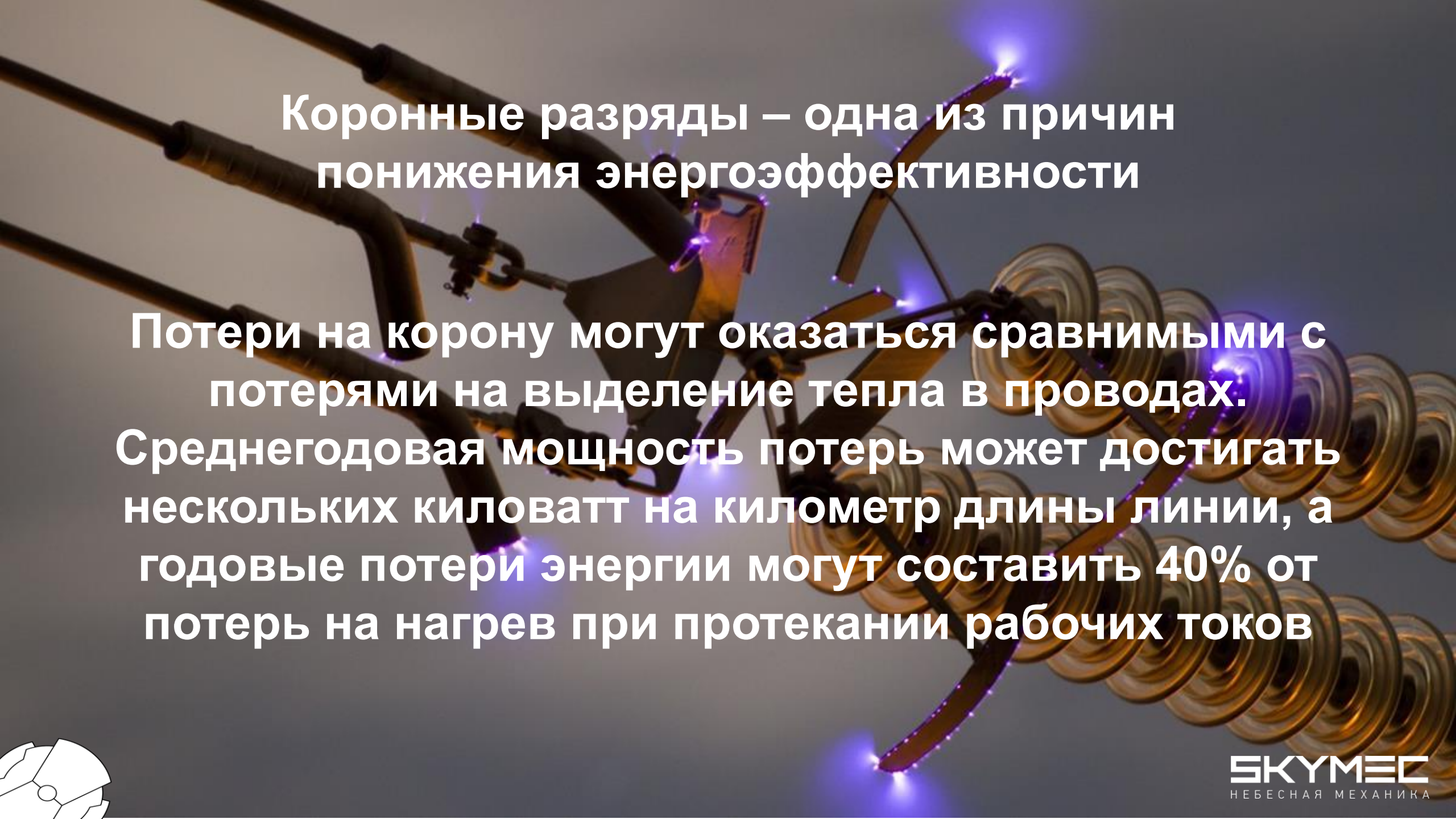




Контроль состояния изоляторов и элементов крепежа

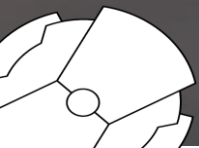






## Коронные разряды – одна из причин понижения энергоэффективности

Потери на корону могут оказаться сравнимыми с потерями на выделение тепла в проводах. Среднегодовая мощность потерь может достигать нескольких киловатт на километр длины линии, а годовые потери энергии могут составить 40% от потерь на нагрев при протекании рабочих токов







Камеры  
обнаружения  
коронного разряда  
UV20 и UV34





Специализированная инспекционная камера для обнаружения коронного разряда, оснащенная 5 системами в одной: датчиком УФ-излучения, радиометрической тепловизионной камерой, датчиком параметров окружающей среды, электрооптической камерой с 10-кратным оптическим зумом и лазерным дальномером ToF-датчиком. Усовершенствованный технологический прибор для тепловизионных обследований, выполняемых с помощью дрона Matrice 300 RTK .



Электрооптическая камера с 10-кратным оптическим зумом



Тепловизионная камера с разрешением 640x512



УФ-камера для обнаружения коронного разряда



Датчик параметров окружающей среды



ToF лазерный дальномер





Тепловизионная камера

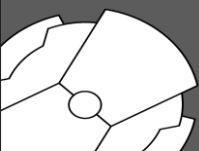
Датчик параметров окружающей среды

Камера видимого диапазона

ToF лазерный дальномер

УФ-камера

Камера UV20/UV34 обнаруживает источник УФ-излучения, измеряет температуру и даже расстояние между объектом контроля и БВС. Готовое решение «все в одном», избавляющее от необходимости приземляться и заменять полезную нагрузку на другую. УФ-датчик характеризуется очень высокой точностью (с погрешностью измерения менее 15%) и обеспечивает постоянное значение подсчета фотонов, отображая очень близкое значение фактической интенсивности УФ-излучения.

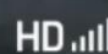
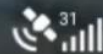


# КАМЕРА ОБНАРУЖЕНИЯ КОРОННОГО РАЗРЯДА UV34

In Flight (GPS)

UV20220829\_01.04

FPV



92%

89%

3.98 V

4.02 V

35:35

ZOOM: 1x Dis: -- Tem: 15.19 Hum: 33.25 G: 14 Cout: 00113

50ms



UV	IR
Manual gain	<input checked="" type="checkbox"/>
Gain value	13 14 15
Palette	red
UV offset calibr.	<input type="checkbox"/>
SAT. ACCUM.	<input type="checkbox"/>



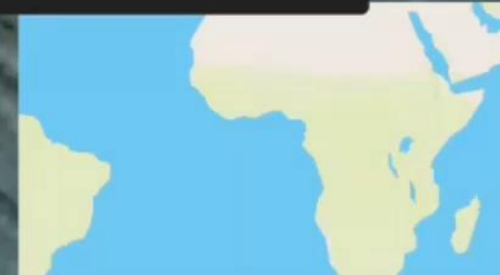
D: 32.5

H: 11.8

H.S: 0.0

v.S: 0.2

N/A





# КАМЕРА ОБНАРУЖЕНИЯ КОРОННОГО РАЗРЯДА UV34

In Flight (GPS) UV20220829\_01.04 FPV 30 HD 91% 3.97V 86% 2.00V 37:29

ZOOM: 3x Dis: -- Tem: 14.20 Hum: 33.34 G: 14 Cout: 00214 60ms

EO IR UV

UV IR

Manual gain

Gain value 13 14 15

Palette red

UV offset calibr.

SAT. ACCUM.

D: 32.8 V: 10.8 H.S: 0.0 V.S: 0.0 N/A



# КАМЕРА ОБНАРУЖЕНИЯ КОРОННОГО РАЗРЯДА UV34

Low Battery UV20220829\_01.04 FPV 30% 3.87V 15% 3.81V

08:00

ZOOM: 4x Dis: 9.92 Tem: 9.60 Hum: 37.16 G: 14 Cout: 00037 42mg

EO IR UV

2 3 4 5 6

D: 30.5 H: 11.5 H.S: 0.0 V.S: 0.0 N/A



# КАМЕРА ОБНАРУЖЕНИЯ КОРОННОГО РАЗРЯДА UV34

In Flight (GPS) UV20220829\_01.04 FPV 28:01

ZOOM: 0x Dis: 11.44 Tem: 26.85 Hum: 26.12 G: 12 Cout: 08792

78% 3.91 V  
82% 3.89 V

42ms

EO

UV

UV IR

Manual gain

Gain value 11 12 13

Palette red

UV offset calibr.

SAT. ACCUM.

D: 50.7 H: 18.8 H.S: 0.0 vs: 0.0 N/A

The image displays a first-person view from a drone camera. The main view shows a blue metal lattice tower with a power line. A red square highlights a specific area on the tower where a bright red corona discharge is occurring. The interface is overlaid with various data and controls. At the top, it shows 'In Flight (GPS)', flight ID 'UV20220829\_01.04', and 'FPV' mode. A green progress bar is visible. On the right, there's a battery status section showing 78% and 82% charge levels with corresponding voltages (3.91V and 3.89V). Below that, a clock shows 28:01. A central data row provides 'ZOOM: 0x', distance 'Dis: 11.44', temperature 'Tem: 26.85', humidity 'Hum: 26.12', gravity 'G: 12', and count 'Cout: 08792'. On the left, there are icons for 'EO' (Electronic Optics) and 'UV' (Ultraviolet sensor). On the right, a settings panel for the UV sensor is open, showing 'Manual gain' is turned on, 'Gain value' is set to 12, 'Palette' is set to 'red', and both 'UV offset calibr.' and 'SAT. ACCUM.' are turned off. At the bottom, flight data includes 'D: 50.7', 'H: 18.8', 'H.S: 0.0', 'vs: 0.0', and 'N/A'. A small map of Africa is visible in the bottom right corner.



# КАМЕРА ОБНАРУЖЕНИЯ КОРОННОГО РАЗРЯДА UV34

Altitude Limit

UV20220829\_01.04

FPV

26:02

68% 3.67V  
68% 3.67V

ZOOM: 15x Dis: -- Tem: 0.00 Hum: 60.43 G: 11 Cout: 00281  
Recording...

65ms



13

14

15

16

17



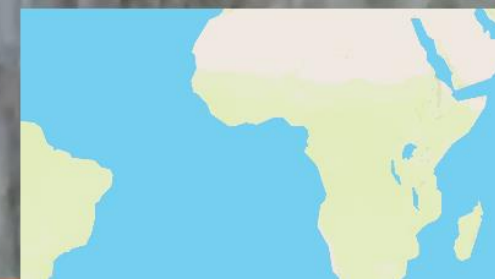
00:25



11:00

Stop

D: 372.9 M: H: 36.4 H.S: 0.0 M.S: 0.0 V.S: 0.0 N/A





# КАМЕРА ОБНАРУЖЕНИЯ КОРОННОГО РАЗРЯДА UV34

Altitude Limit

UV20220829 01.04

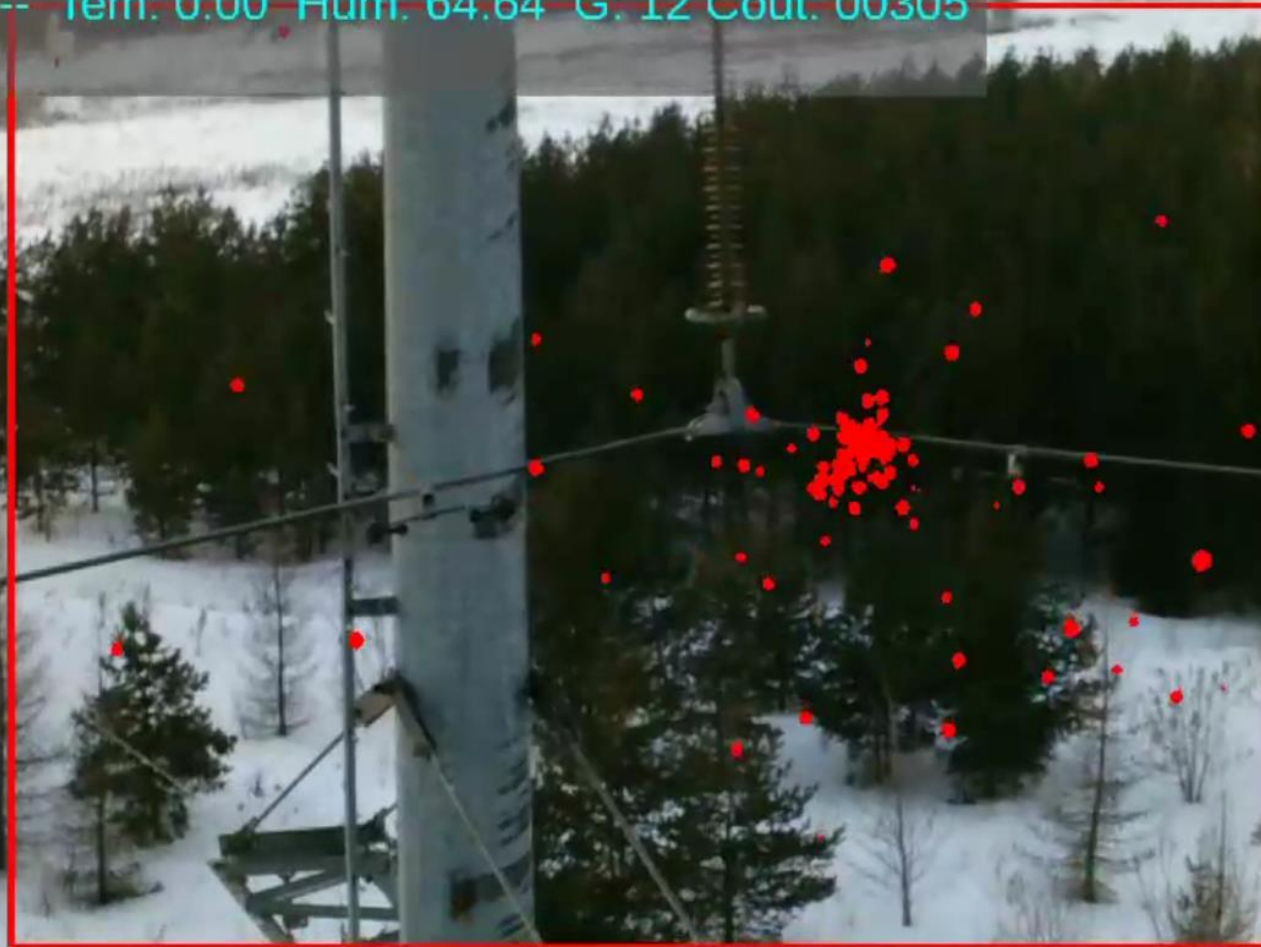
FPV

19% 40% 44% 3.57V 3.56V

15:38

ZOOM: 5x Dis: -- Tem: 0.00 Hum: 64.64 G: 12 Cout: 00305

56ms



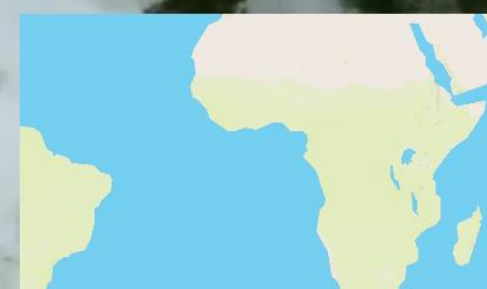
3

4

5

6

7



D: 54.0 H: 23.8 H.S: 0.0 M/S V.S: 0.0 M/S N/A





# КАМЕРА ОБНАРУЖЕНИЯ КОРОННОГО РАЗРЯДА UV34

Altitude Limit

UV20220829 01.04

FPV



38%

41%

3.56V

3.55V



14:33

ZOOM: 5x Dis: -- Tem: 0.00 Hum: 65.49 G: 12 Cout: 00242

48ms



3.6°C

65.3.6°C

00:04

Stop

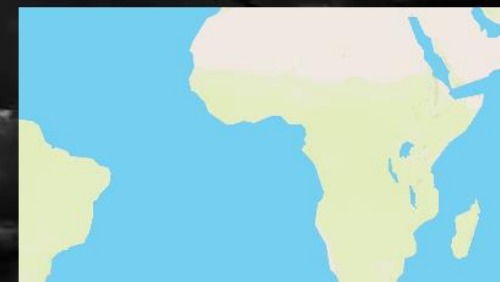
D: 53.8

H: 27.1

H.S: 0.0

V.S: 0.0

N/A











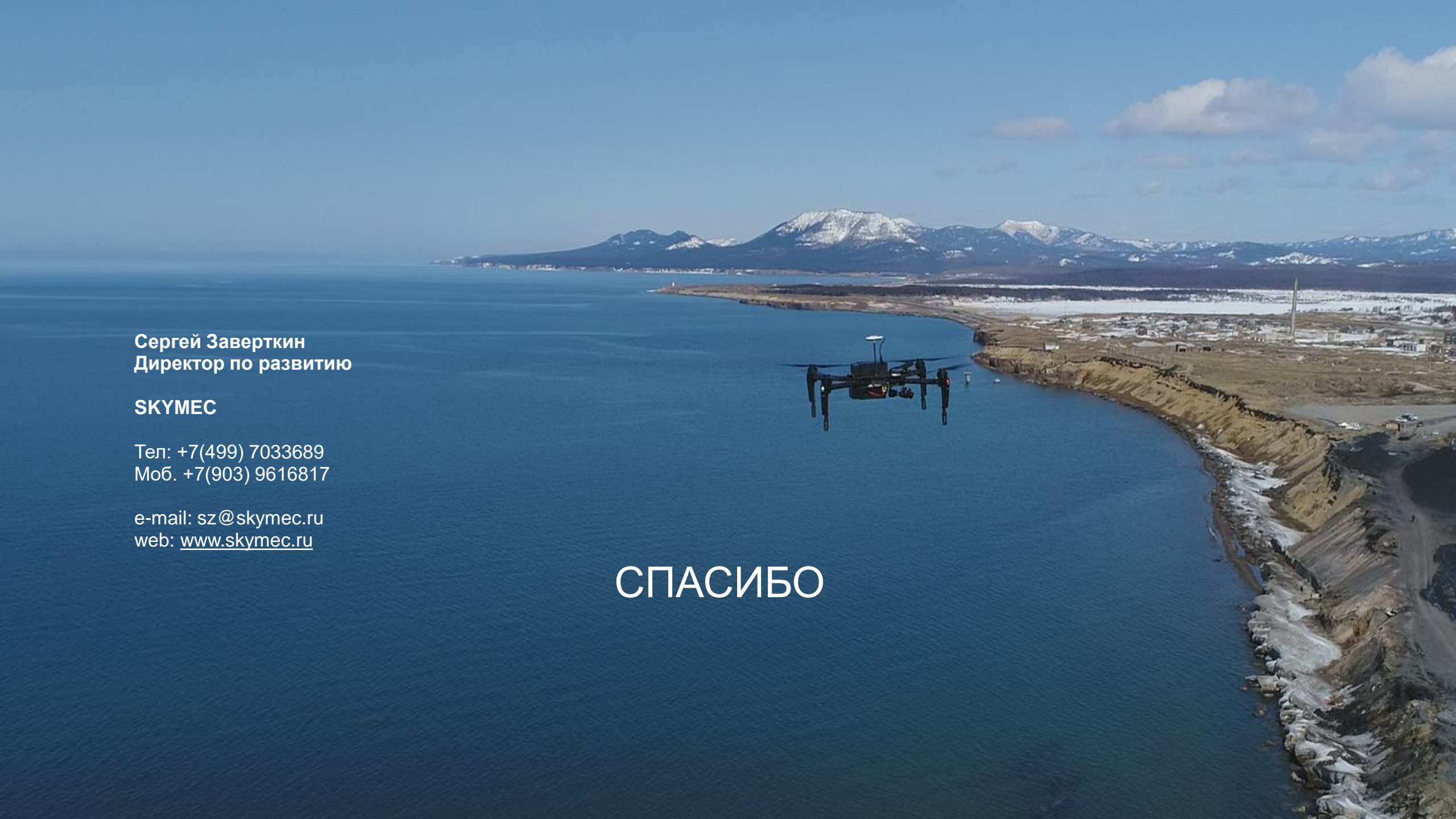
Окисление провода в месте  
образования коронного разряда





- ❖ Применение беспилотных авиационных систем является эффективным способом получения геопространственных данных для изысканий и мониторинга охранных зон.
- ❖ Воздушное лазерное сканирование дает возможность получения рельефных точек даже на сильно залесенных участках под плотными кронами деревьев и позволяет быстро получать данные для анализа состояния ЛЭП и оценки потенциальных рисков.
- ❖ Использование инспекционных камер H20T и UV34, установленных на БВС, дает возможность полноценного обследования объектов практически с любого ракурса, снижает время на проведение верховых осмотров и существенно повышает безопасность этих работ.
- ❖ Функционал этих камер позволяет не только рассмотреть элементы оборудования и конструкций в мельчайших деталях за счет хорошего увеличения и стабилизации видеоизображения, но также расширить объем получаемой информации за счет использования инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов, недоступных для человеческого восприятия.
- ❖ В целом уровень автоматизации получения данных с помощью БАС, их качество и объем открывают прекрасные перспективы для внедрения ИИ в процесс мониторинга ЛЭП, прогнозирования опасных ситуаций и предотвращения аварийных ситуаций.





Сергей Заверткин  
Директор по развитию

**SKYMES**

Тел: +7(499) 7033689  
Моб. +7(903) 9616817

e-mail: [sz@skymec.ru](mailto:sz@skymec.ru)  
web: [www.skymec.ru](http://www.skymec.ru)

**СПАСИБО**





# SKYMED

НЕБЕСНАЯ МЕХАНИКА

официальный дистрибьютор

**dji**