

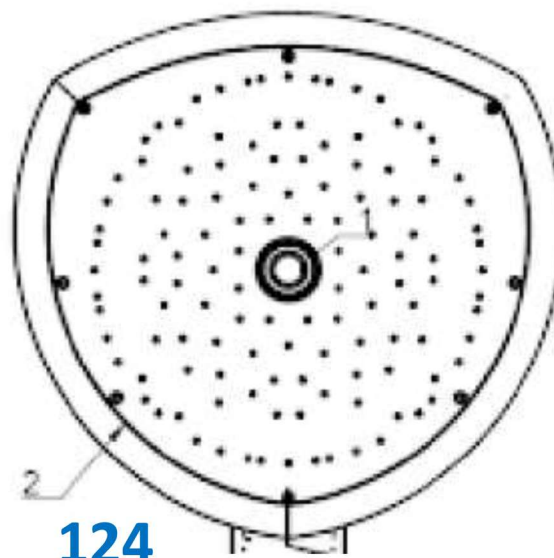
Ультразвуковая **NL**-камера  
для экспресс-анализа  
частичных и коронных  
разрядов  
в высоковольтной изоляции



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры

# Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать





## 124 микрофона

- ✓ 124 сфазированных параболических микрофона
- ✓ Оценка уровня звука в dB
- ✓ Режим моно и мультисигнала
- ✓ Несколько частотных полос
- ✓ Диагностика изоляции по ЧР «на лету»
- ✓ До 8 часов работы на одном заряде
- ✓ ПО для анализа с алгоритмами нейронной сети



## Алгоритм ИИ (нейронная сеть)

# Сферы применения NL камеры

- ✓ **Электрические разряды в изоляции**
- ✓ **Вибрация подшипников качения**
- ✓ **Поиск утечек газов под давлением**
- ✓ **Контроль герметичности**
- ✓ **Источники шумов в помещениях**
- ✓ **Электроника**

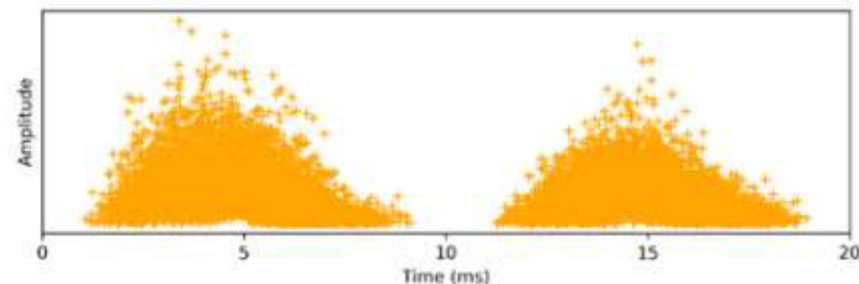
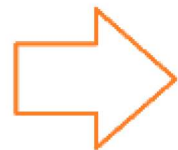
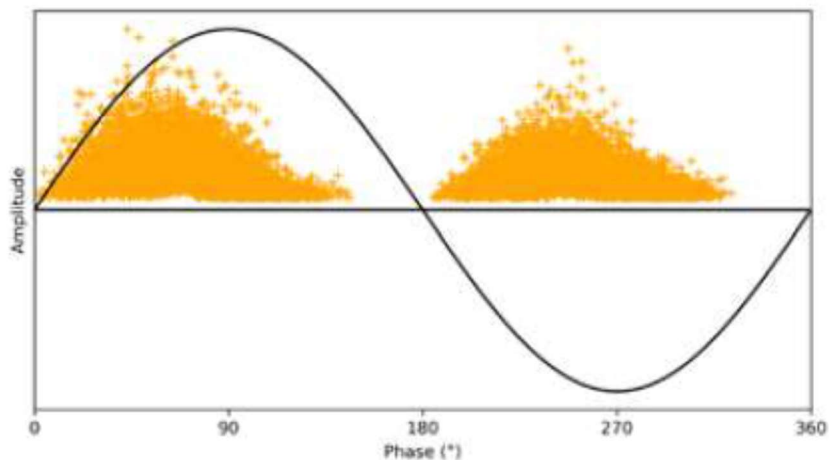




# ВЫЯВЛЕНИЕ И АВТОМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЧР

## PRPD ДИАГРАММА ЧР

Характеристика ЧР по фазе: наиболее распространенное представление частичных разрядов показывает амплитуду и положение фазы каждого регистрируемого импульса. Обычно характеристика PRPD показывает частоту возникновения ЧР с помощью цветовой шкалы:



PRPD диаграмма

– стандартная электрическая  
с синхронизацией к синусоиде 50 Гц

PRPD диаграмма  
– ультразвуковая  
с автосинхронизацией



# ВЫЯВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ЧР В ИЗОЛЯЦИИ

## PRPD ДИАГРАММА

Выводится на экран НЛ-камеры  
в режиме онлайн



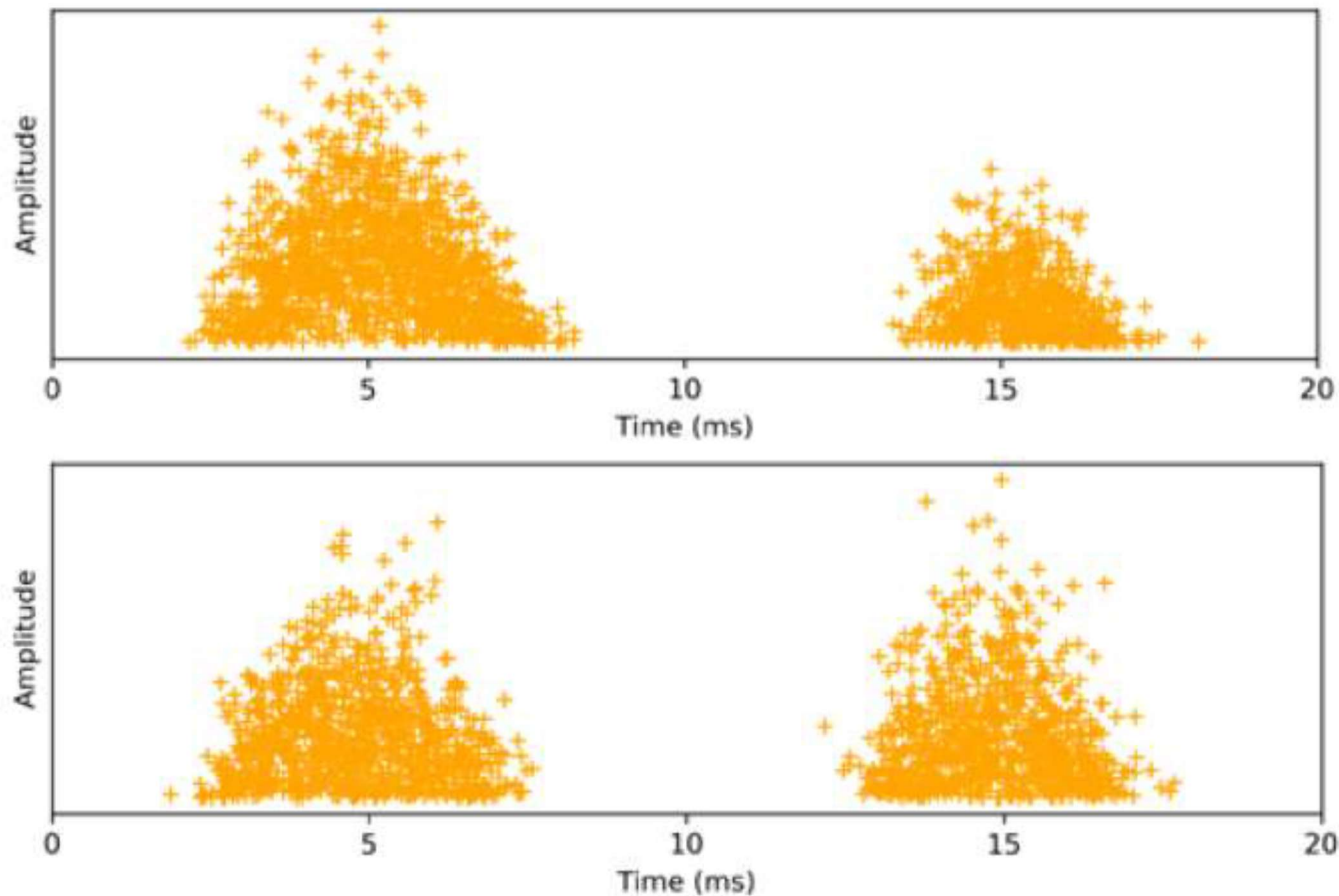
Алгоритм  
нейронных сетей



# ДИАГНОСТИКА ЧР НА ОРУ – РАЗРЯДЫ НА ТАРЕЛКАХ

## PRPD ДИАГРАММА

Выводится на экран НЛ-камеры  
в режиме онлайн



Пример PRPD диаграммы для поверхностного ЧР

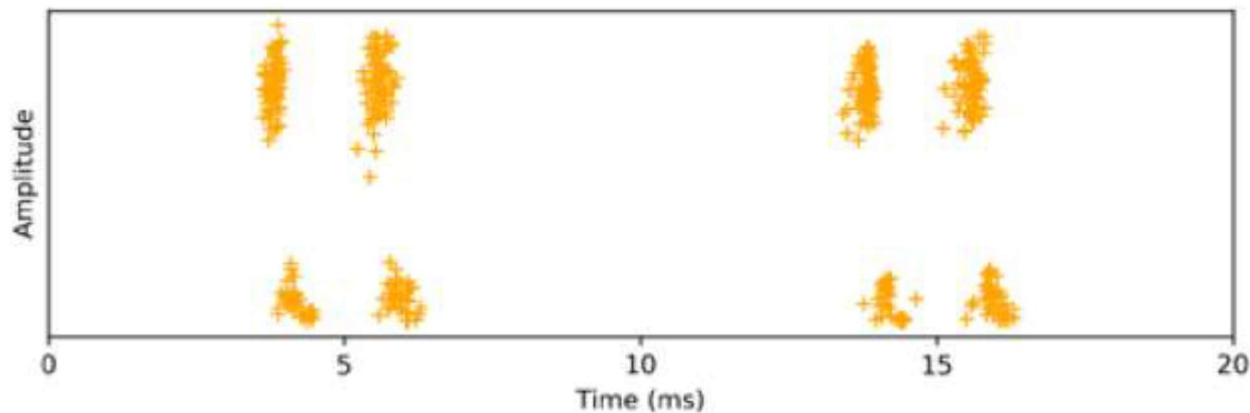
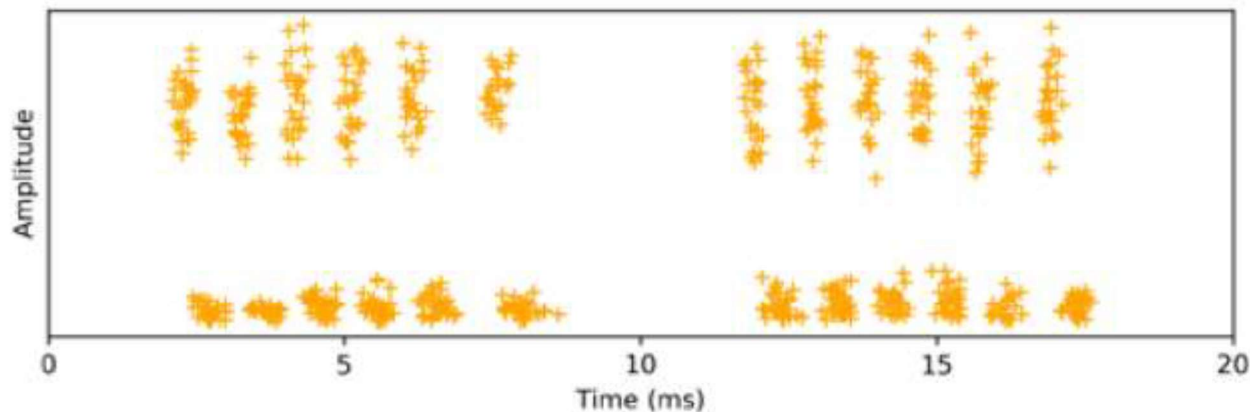




# ДИАГНОСТИКА ЧР НА ОРУ – РАЗРЯДЫ В СОЕДИНЕНИЯХ

## PRPD ДИАГРАММА

Выводится на экран НЛ-камеры  
в режиме онлайн



Пример образца PRPD для плавающего ЧР

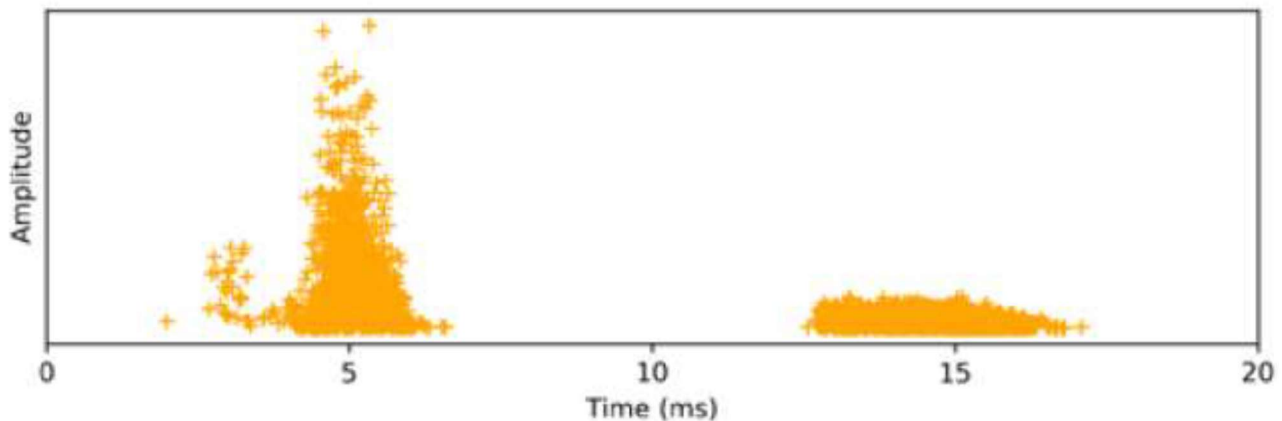
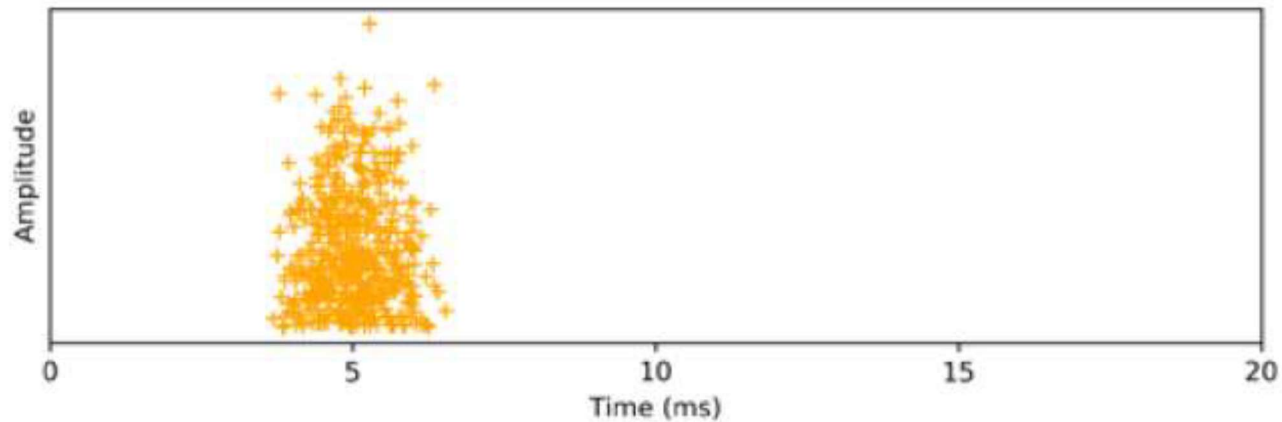
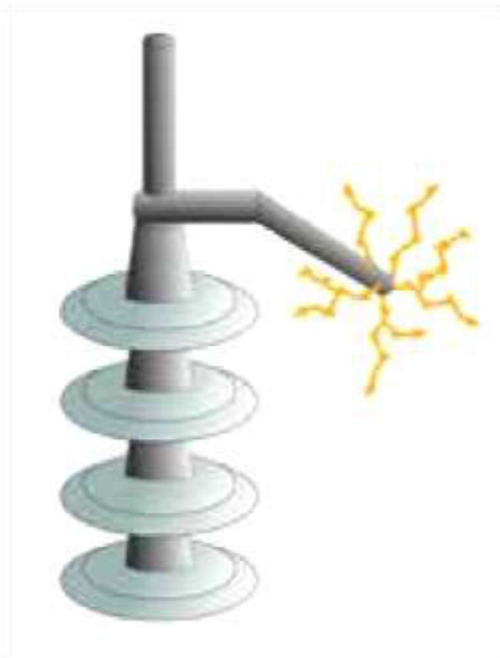




# ДИАГНОСТИКА ЧР НА ОРУ – РАЗРЯДЫ КОРОННЫЕ

## PRPD ДИАГРАММА

Выводится на экран НЛ-камеры  
в режиме онлайн



а) отрицательная полярность

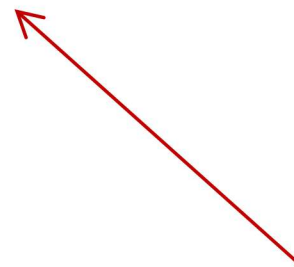
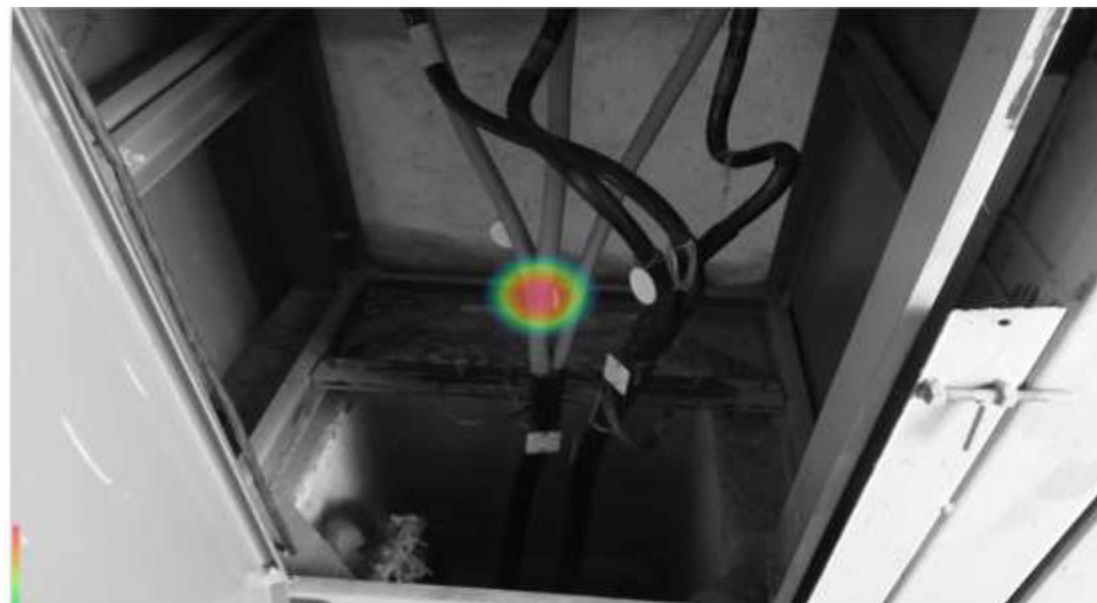
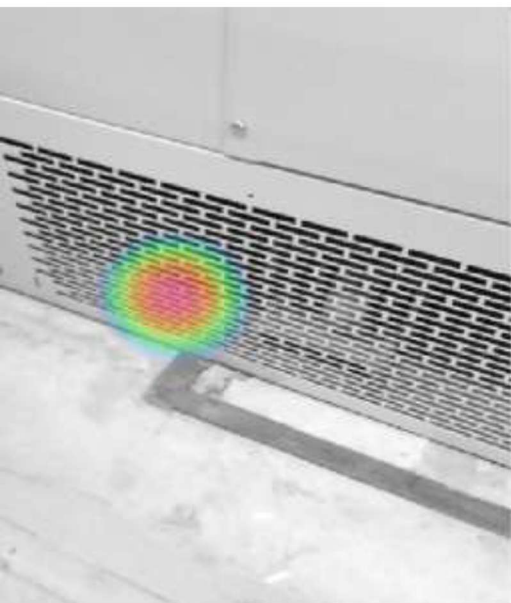
б) положительная полярность

Пример PRPD для коронного разряда



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры

# ПРАКТИКА – РАЗРЯДЫ В КАБЕЛЕ СН - 10 КВ

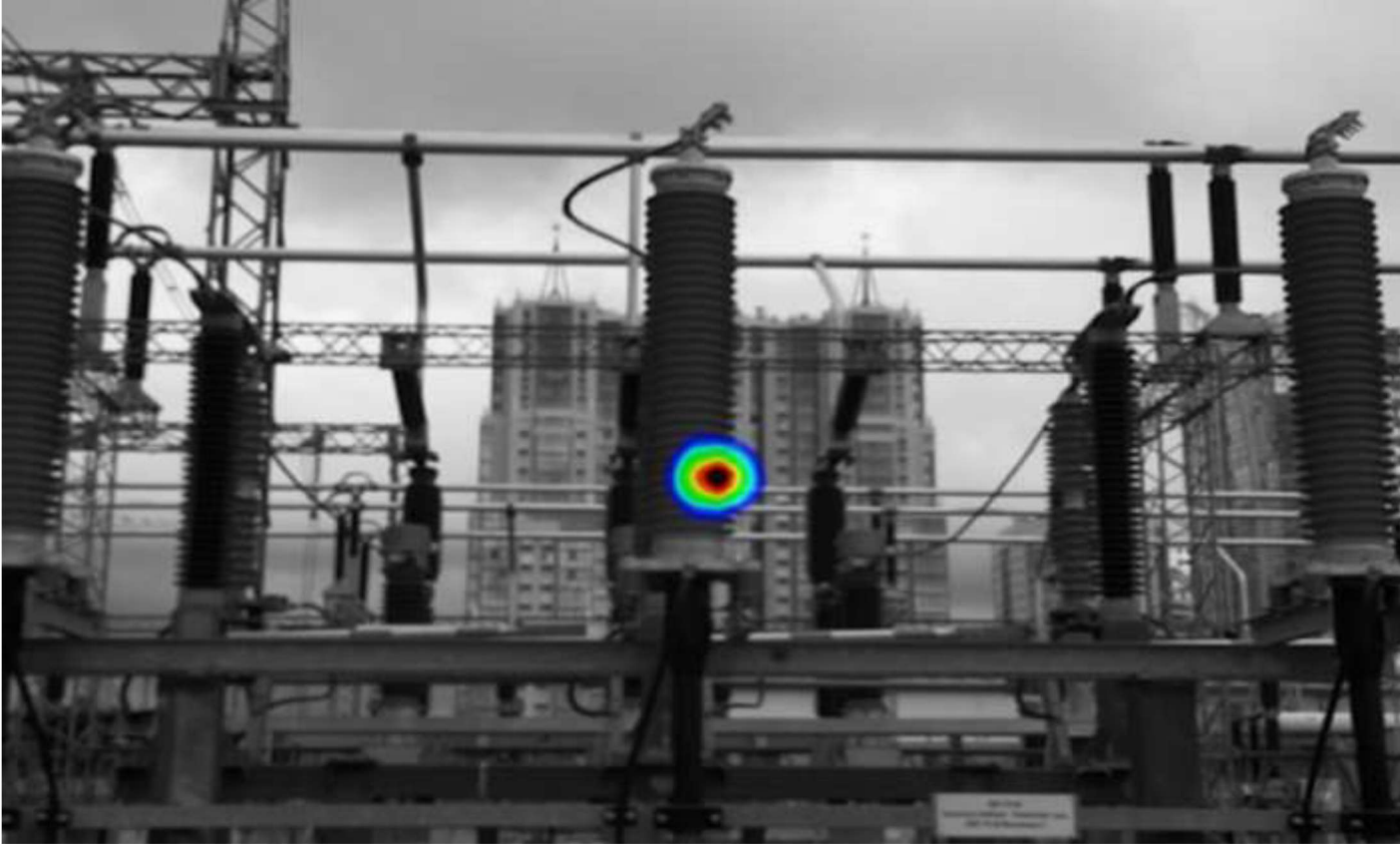


Пробой  
оболочки



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры

# ПРАКТИКА – ДЕФЕКТ КОНЦЕВОЙ КАБЕЛЬНОЙ МУФТЫ 110 КВ

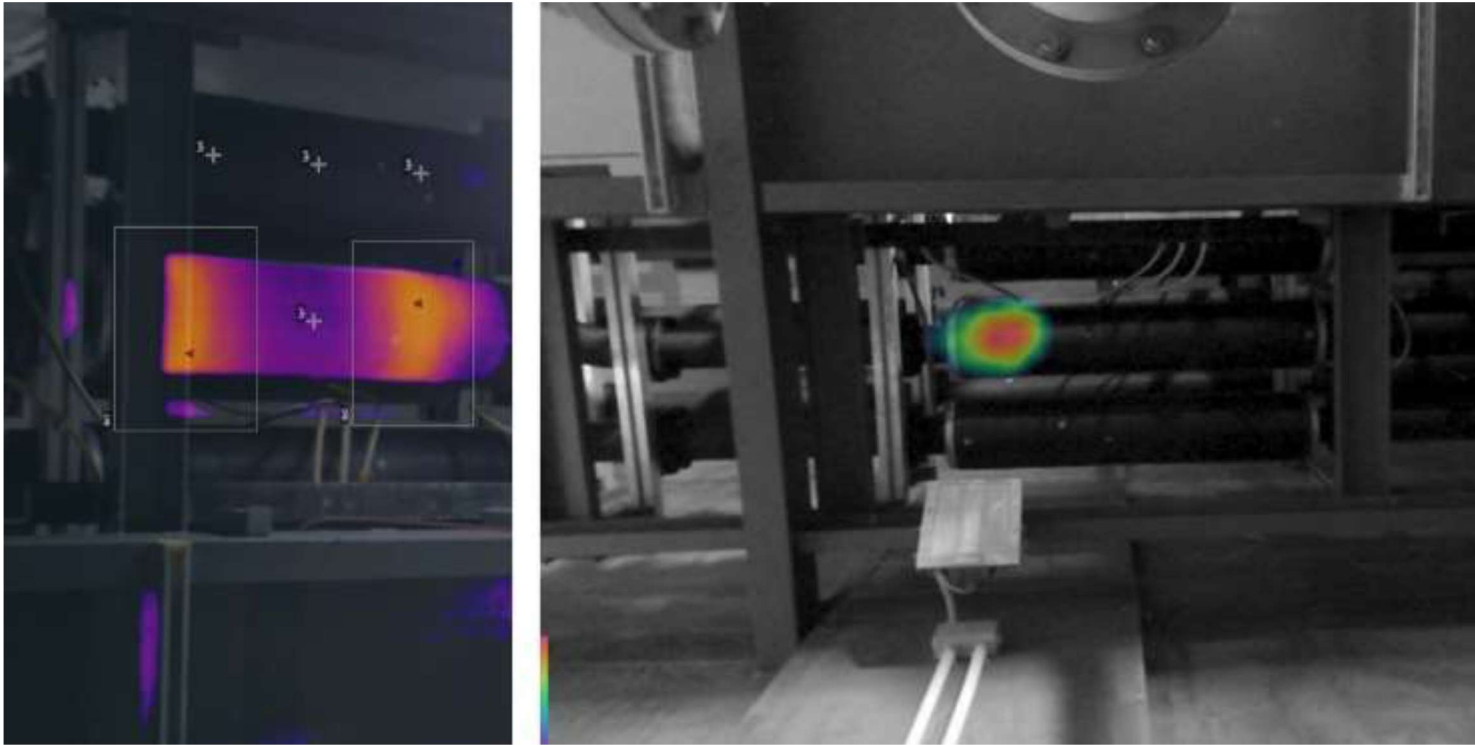


Подтвержден  
тепловизором



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры

# ПРАКТИКА – ОЭК МОСКВА



Разрядность в  
муфте  
токопровода 20 кВ  
(подтверждена  
тепловизором)





# ПРАКТИКА – ОЭК МОСКВА

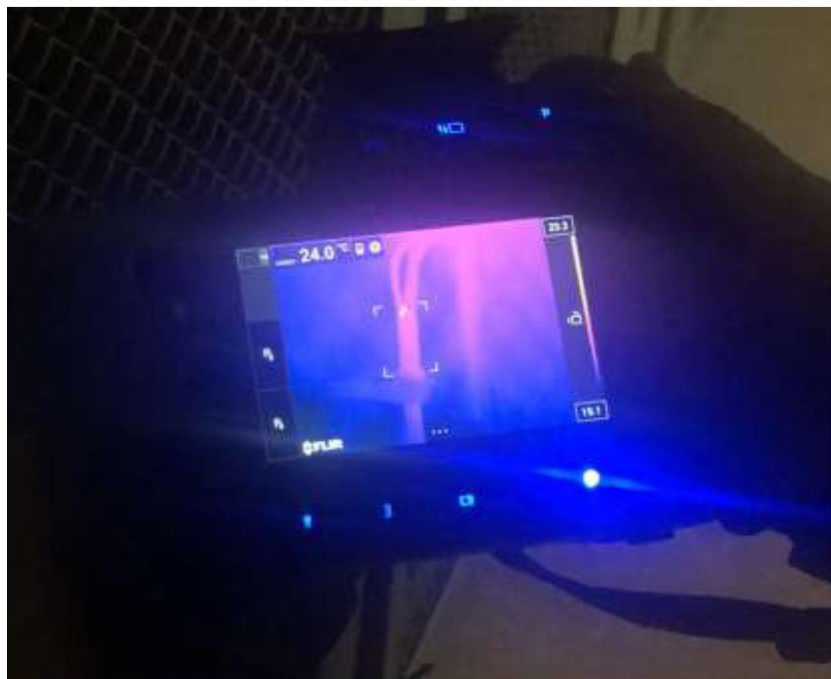


Разрядность в  
месте изгиба  
токопровода  
20 кВ



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры

# ПРАКТИКА – ПАО ЛЕНЭНЕРГО ЗРУ 6-10-35

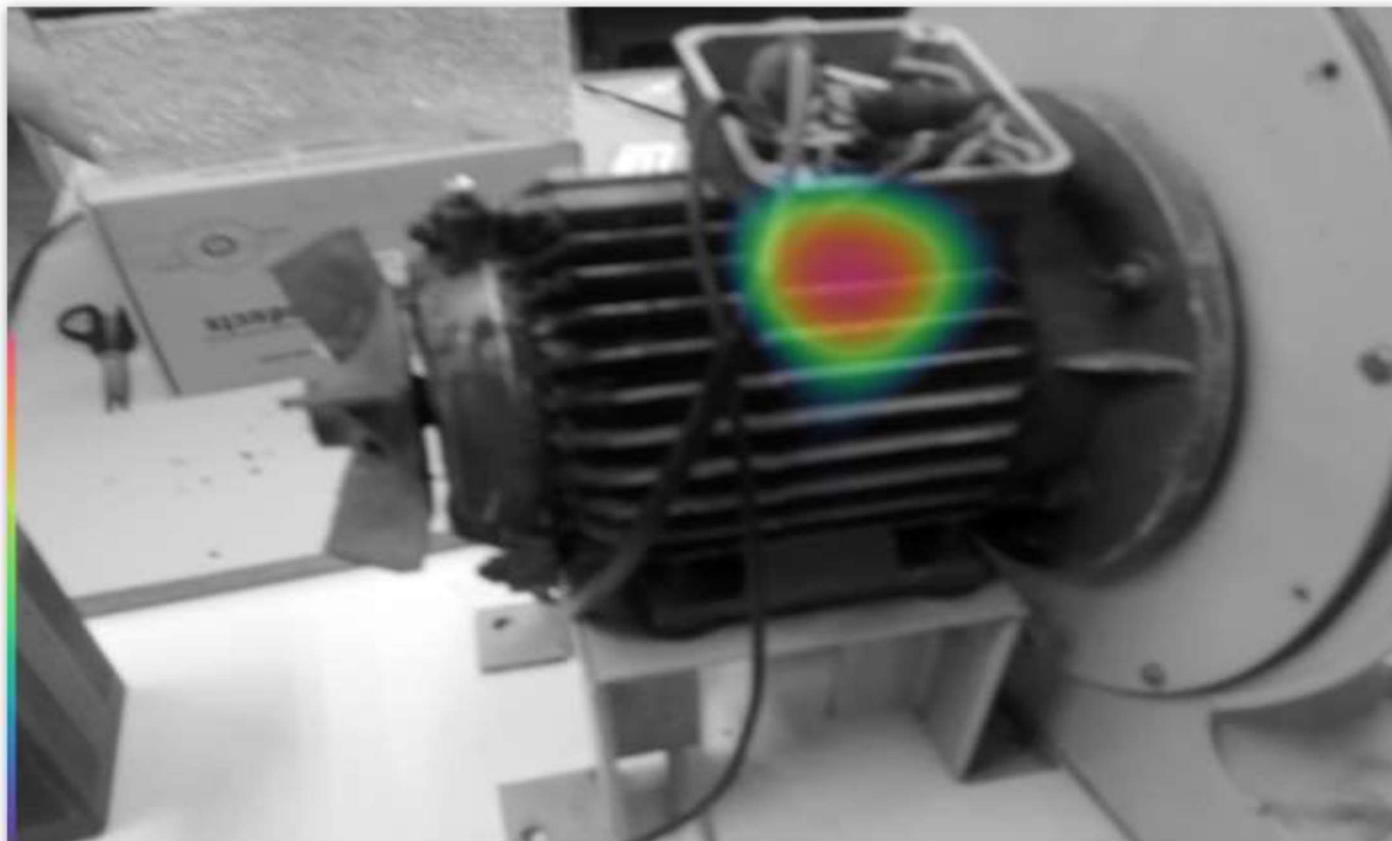


Нагрев места  
возникновения разрядов  
подтвержден  
тепловизором



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры

# ПРИМЕР – ПРОБОЙ ОБМОТКИ 0.4 КВ



Range:



Measured dB(Z):

30.7 dB

Signal last 100ms:

Time ▾



0 ms 30 ms 60 ms 90 ms

$\Delta f$ : 21000Hz — 31250Hz

Discharge prediction:



0 ms 5 ms 10 ms 15 ms

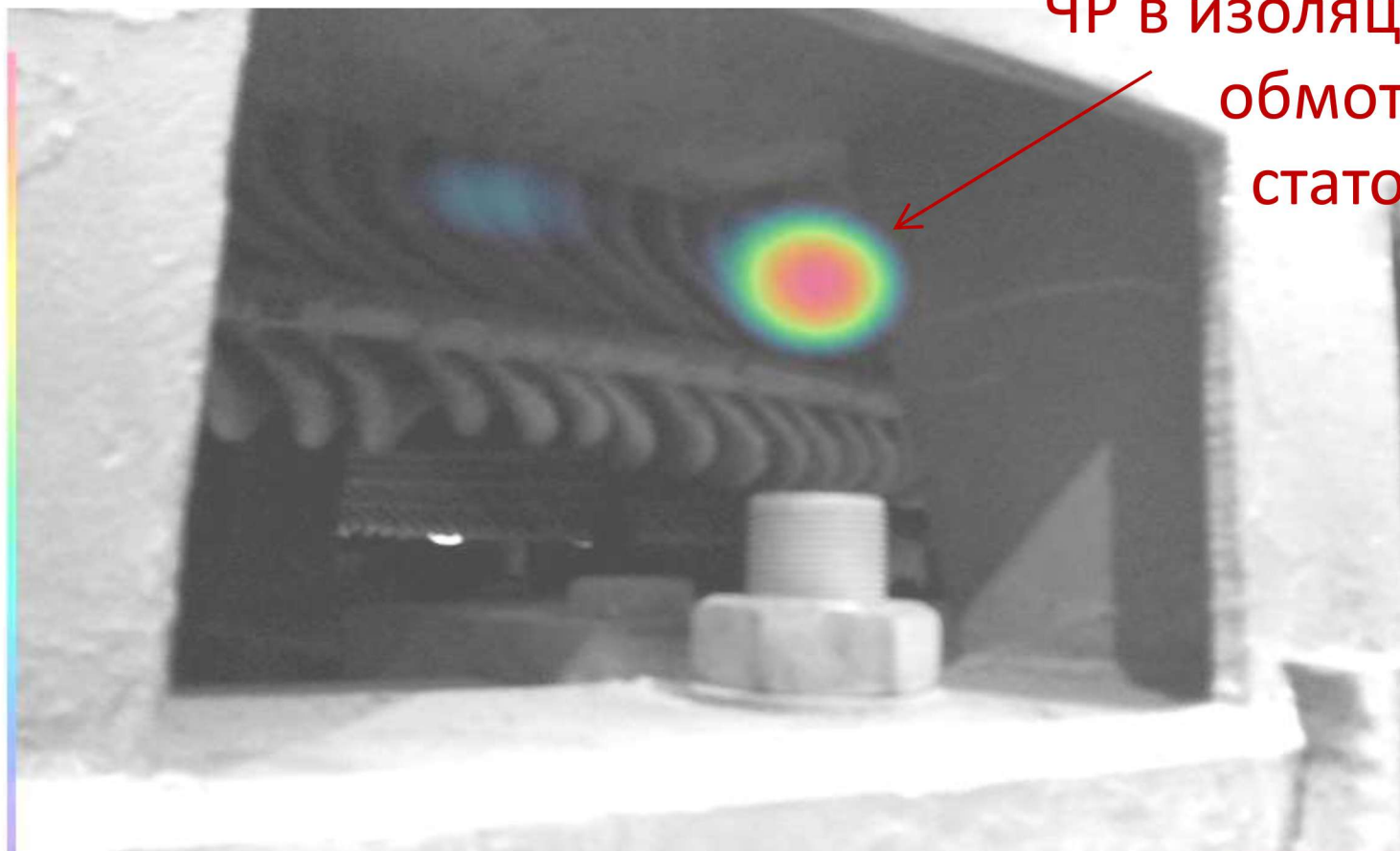
Discharge into air



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры



# ПРАКТИКА – РАЗРЯДЫ В ЭД 6 КВ



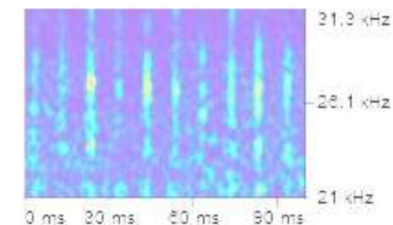
ЧР в изоляции  
обмотки  
статора

Measured dB(Z):

55.3 dB

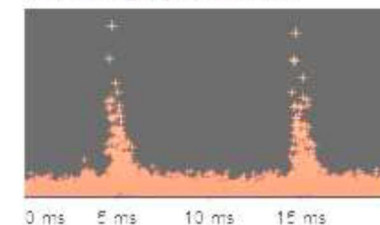
Signal last 100ms:

Spect ▾



$\Delta f$ : 21000Hz — 31250Hz

Discharge prediction:



Discharge into air

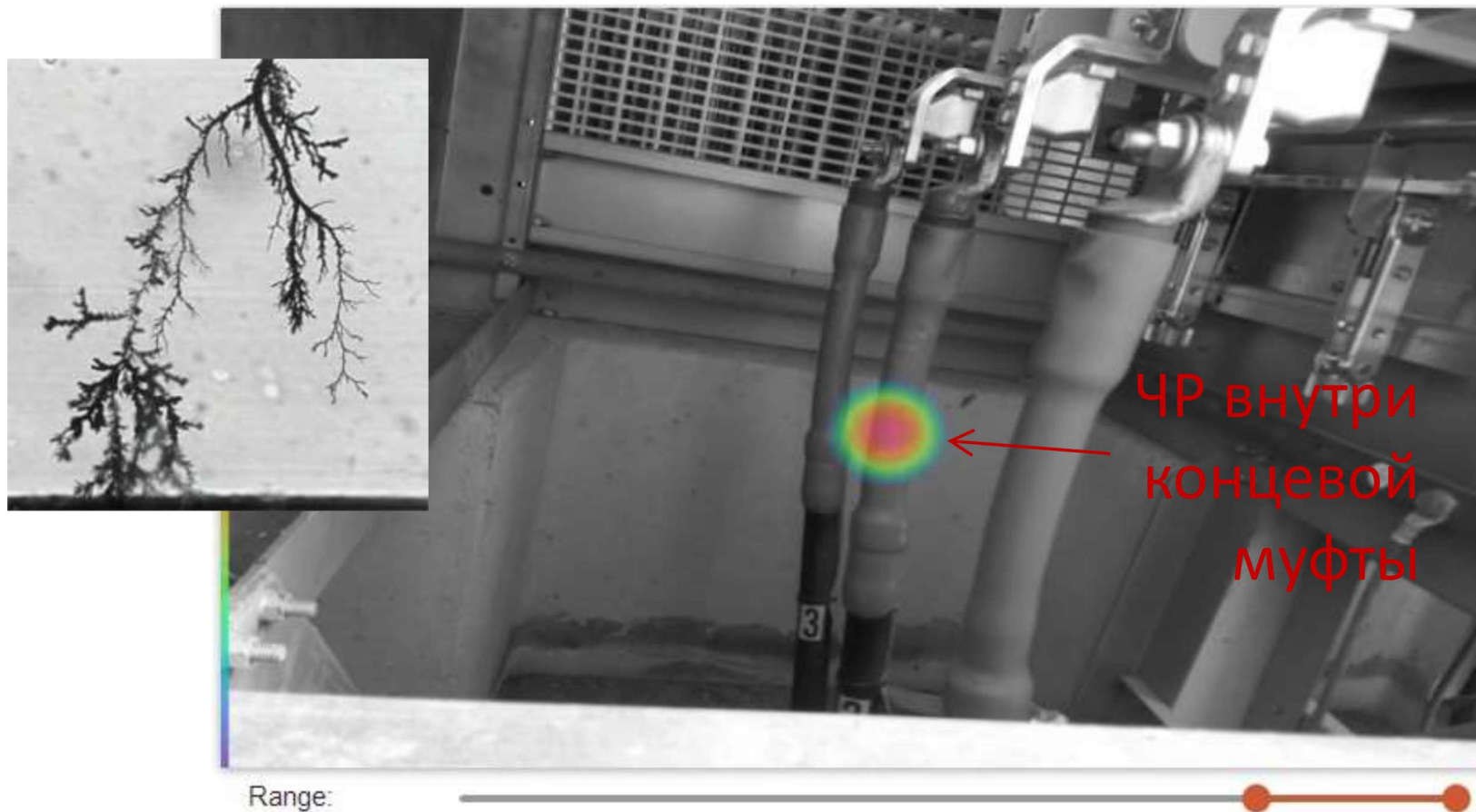
Range:



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры



# ПРАКТИКА – РАЗРЯДЫ В КАБЕЛЕ СН - 10 КВ

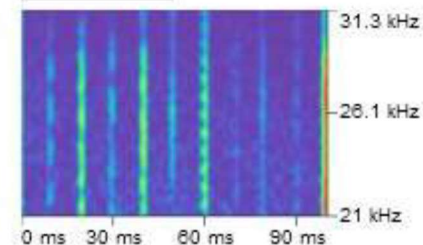


Measured dB(Z):

20 dB

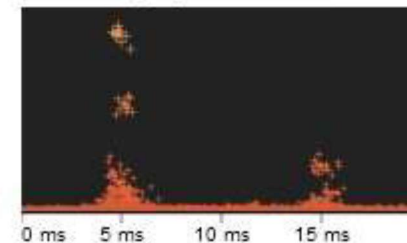
Signal last 100ms:

Spect ▾



$\Delta f$ : 21000Hz — 31250Hz

Discharge prediction:



Discharge into air



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры

# ПРАКТИКА – РАЗРЯДЫ НА КАБЕЛЕ СН - 10 КВ



Range:



Measured dB(Z):

8 dB

Signal last 100ms:

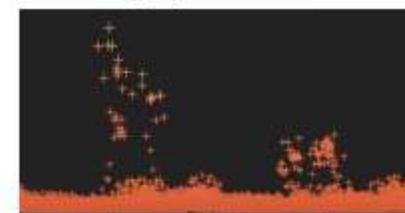
Time ▾



0 ms 30 ms 60 ms 90 ms

$\Delta f$ : 8000Hz — 31250Hz

Discharge prediction:



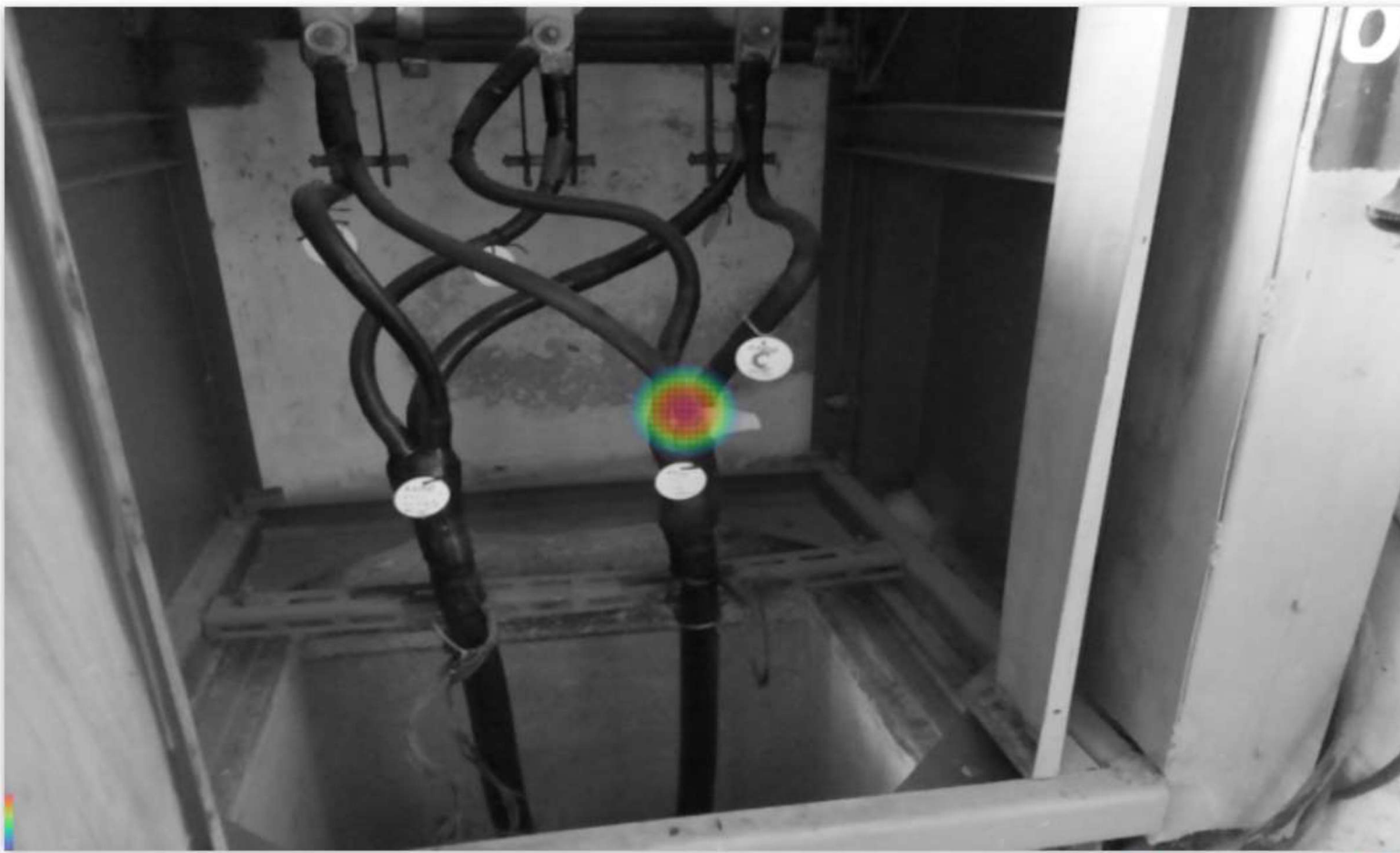
0 ms 5 ms 10 ms 15 ms

Discharge into air



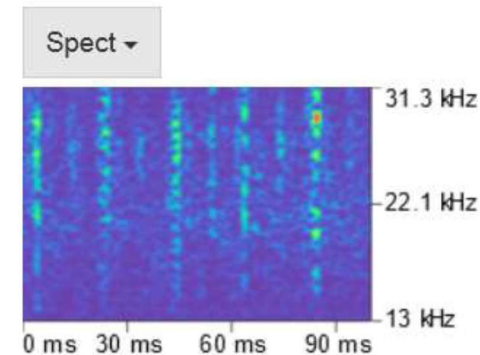
Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры

# ПРАКТИКА – РАЗРЯДЫ В КАБЕЛЕ СН - 10 КВ



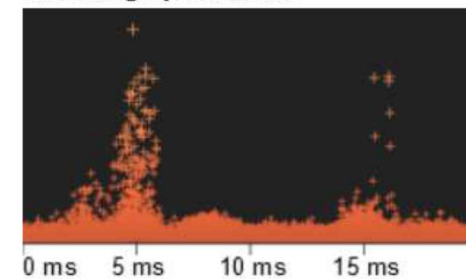
Measured dB(Z):  
6 dB

Signal last 100ms:



$\Delta f$ : 13000Hz — 31250Hz

Discharge prediction:



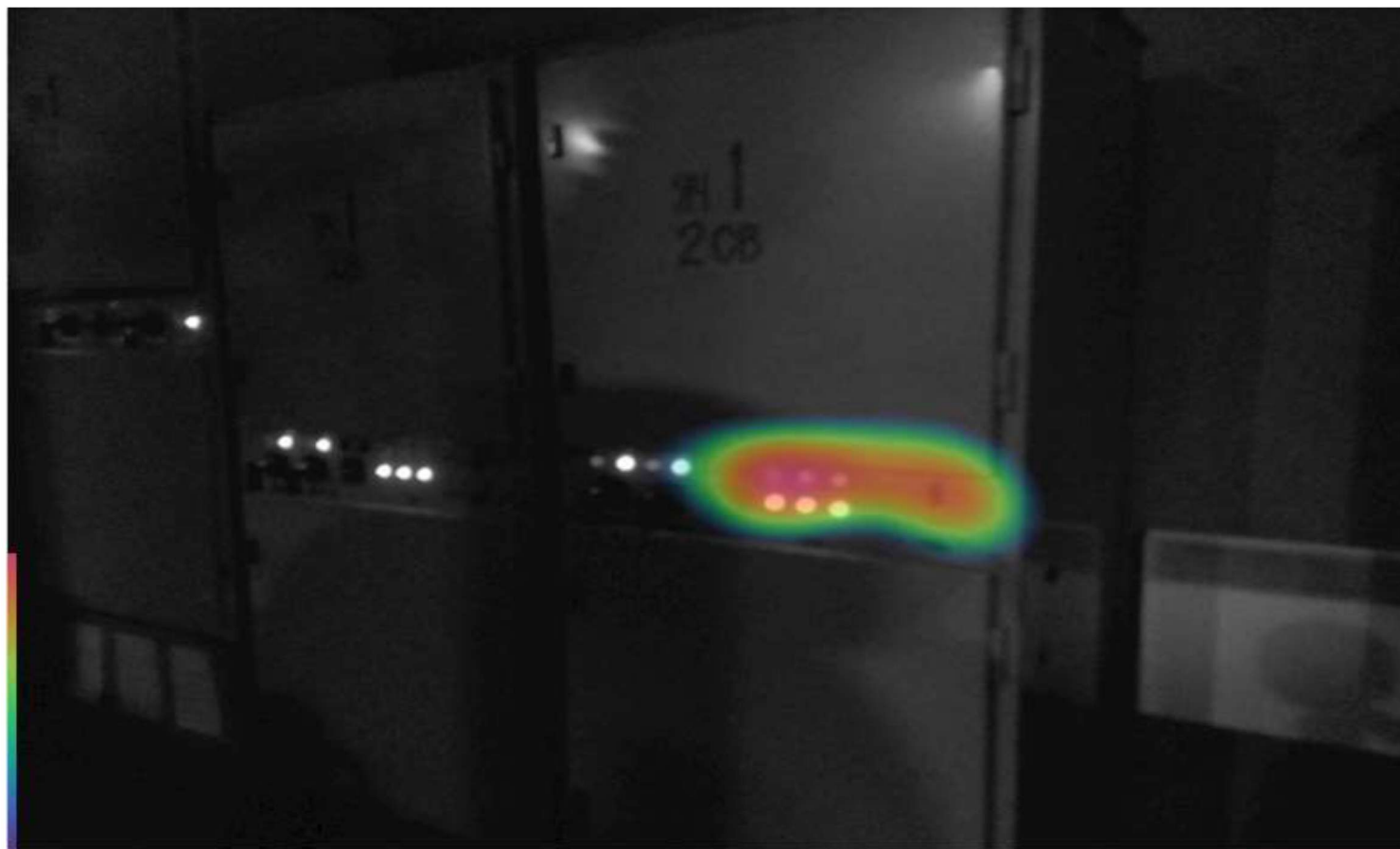
Discharge into air

Range:

Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры



# ПРАКТИКА – РАЗРЯДЫ В ЯЧЕЙКЕ 0.4 КВ



Range:

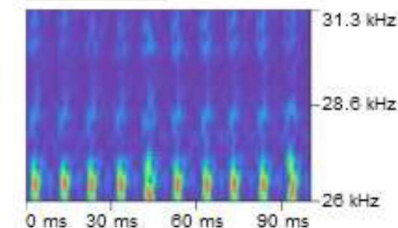


Measured dB(Z):

16.6 dB

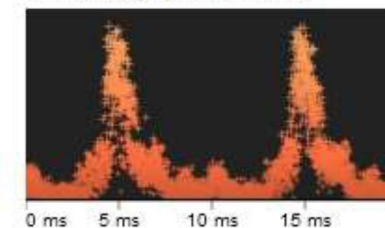
Signal last 100ms:

Spect ▾



$\Delta f$ : 26000Hz — 31250Hz

Discharge prediction:



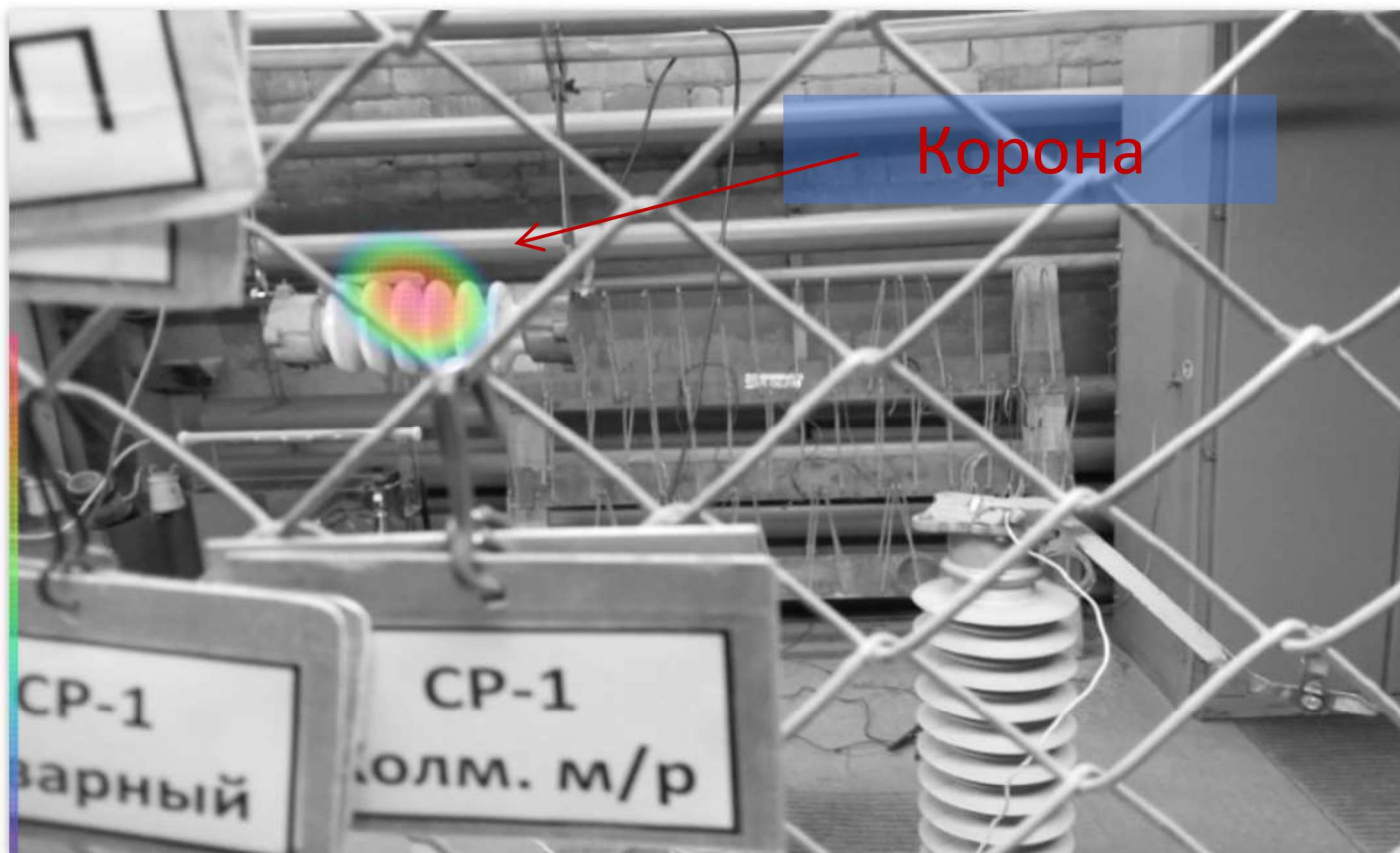
Discharge on surface or  
inside component



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры



# ПРАКТИКА – РАЗРЯДЫ В ИЗОЛЯТОРЕ 35 КВ (ЛАБОРАТОРИЯ)

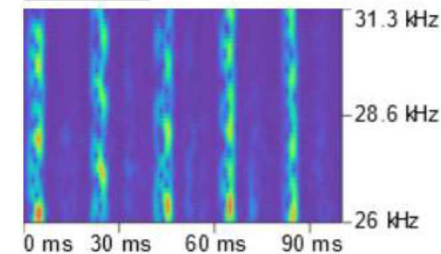


Range: \_\_\_\_\_

Measured dB(Z):  
37.8 dB

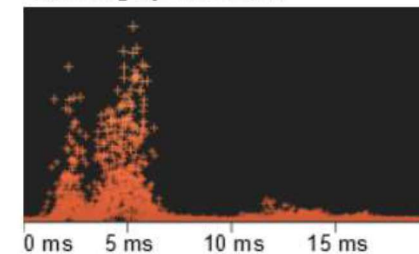
Signal last 100ms:

Spect ▾



$\Delta f$ : 26000Hz — 31250Hz

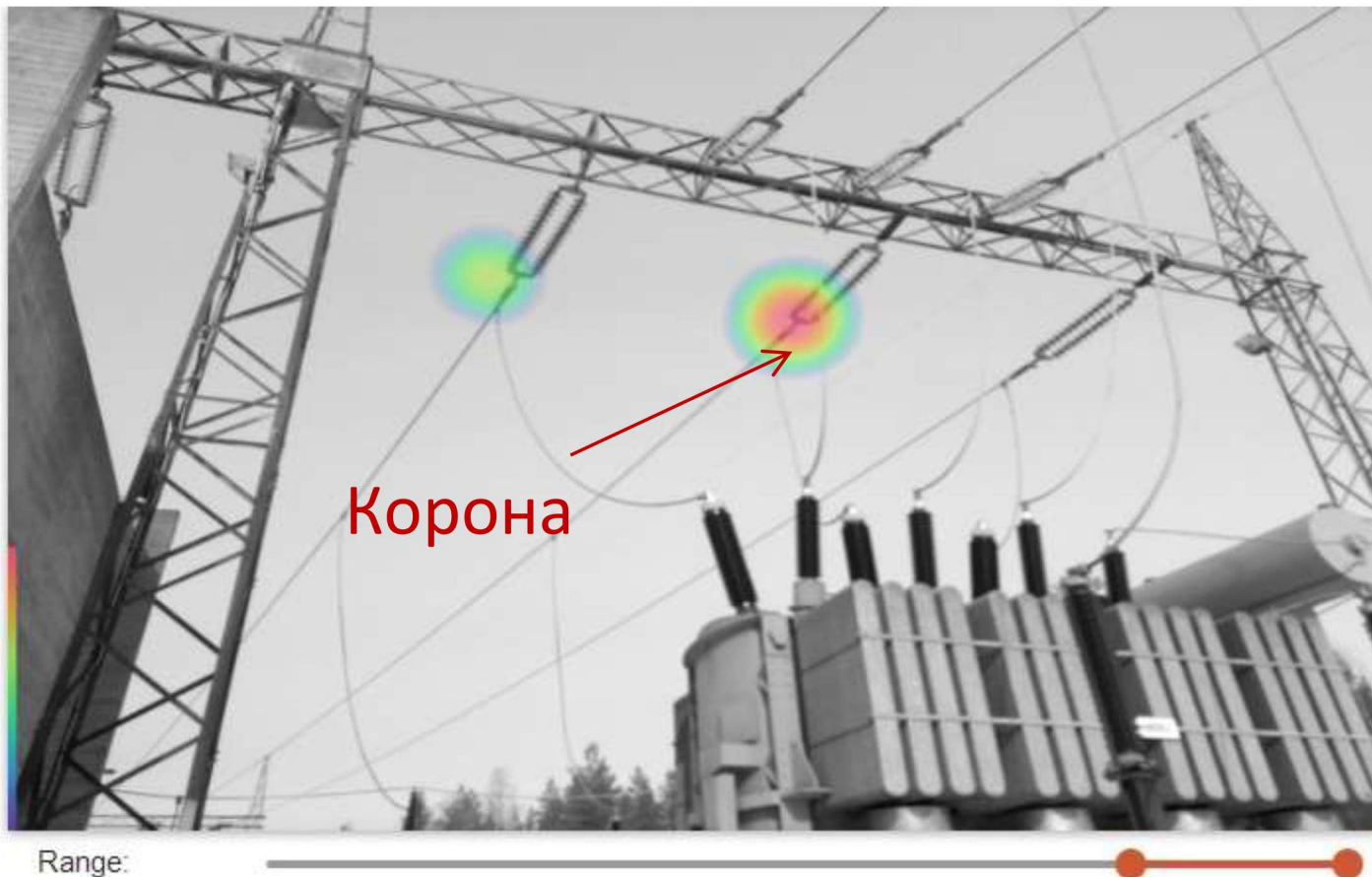
Discharge prediction:



Discharge into air



# ПРАКТИКА – РАЗРЯДЫ НА ИЗОЛЯТОРАХ ЛЭП 220 КВ

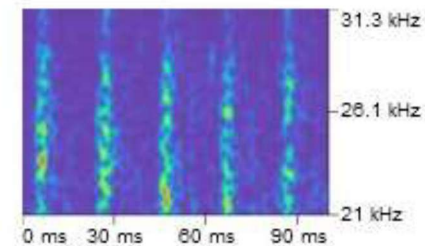


Measured dB(Z):

11.9 dB

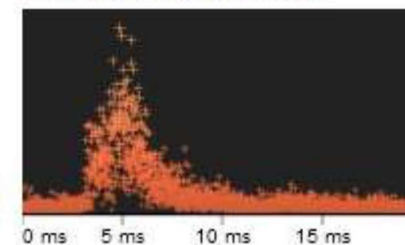
Signal last 100ms:

Spect ▾



$\Delta f$ : 21000Hz — 31250Hz

Discharge prediction:



Discharge into air



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры

# ПРАКТИКА – РАЗРЯДЫ НА ИЗОЛЯТОРАХ 110КВ

Перекрытие тарелки  
(подтверждено УФ камерой) →

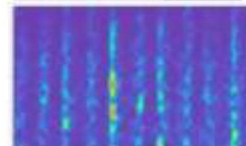


Диапазон

Измеренный дБ(з):  
38,6 дБ

Сигнал последние 100мс:

Время БГФ спектр



Равна Δf: 21000Гц — 31250Гц

Прогнозирование разряда



Разряда на поверхности  
или компоненты  
внутренности





# ПРАКТИКА – РАЗРЯДЫ НА ЛЭП 110 КВ

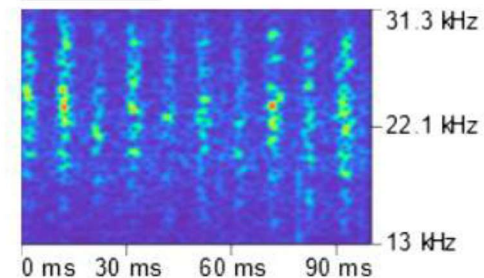


Перекрытие тарелки

Measured dB(Z):  
7.9 dB

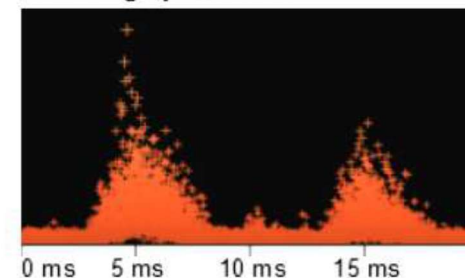
Signal last 100ms:

Spect ▾



$\Delta f$ : 13000Hz — 31250Hz

Discharge prediction:



Discharge on surface or inside component

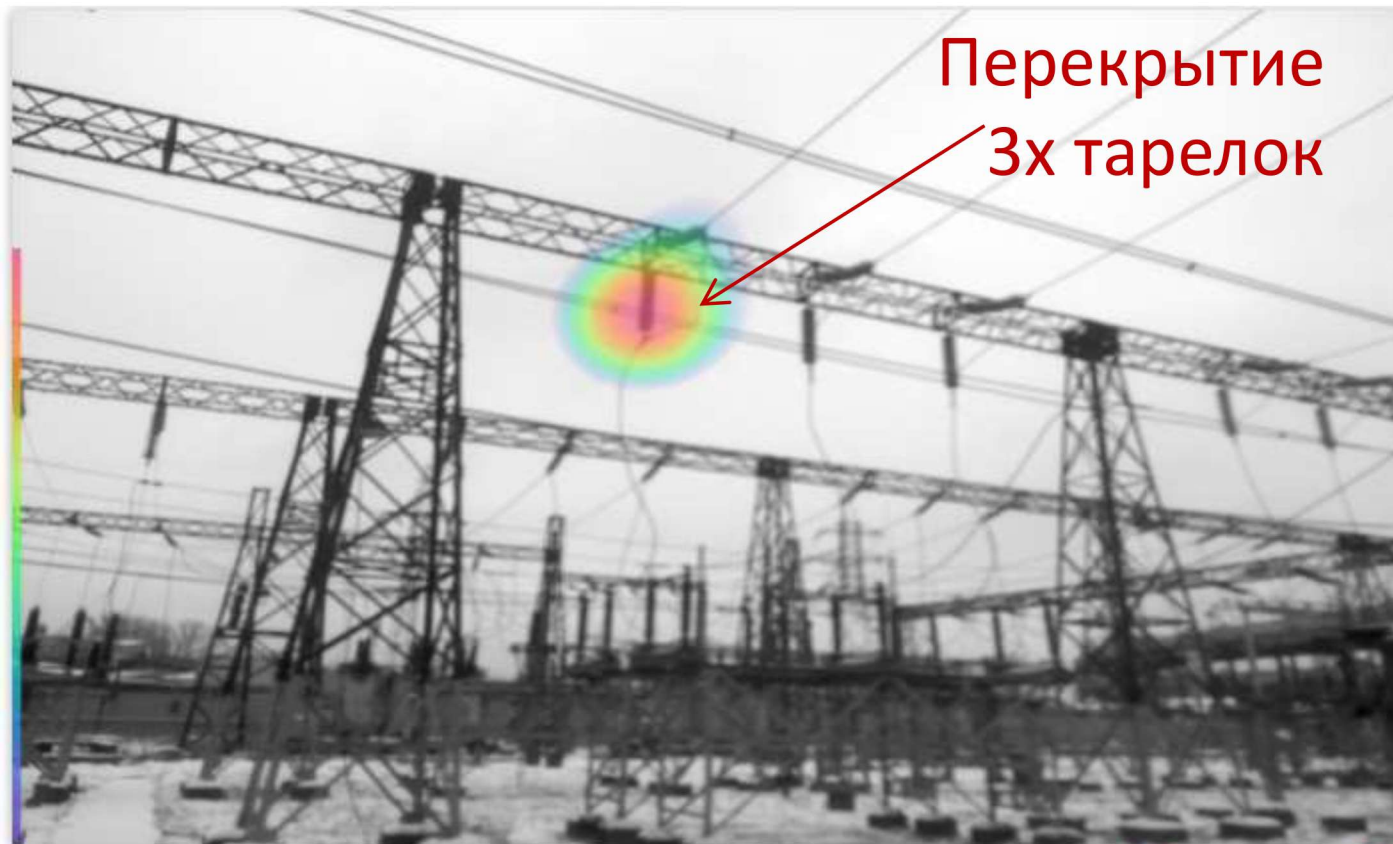
Range:



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры



# ПРАКТИКА – РАЗРЯДЫ НА ИЗОЛЯТОРАХ 110КВ



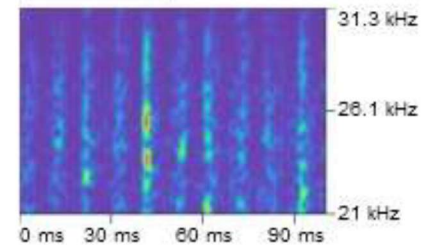
Перекрытие  
3х тарелок

Range:

Measured dB(Z):  
38.6 dB

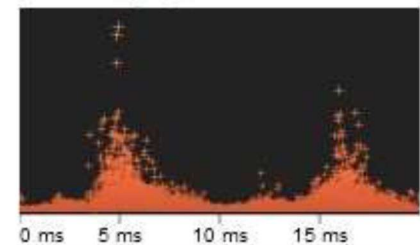
Signal last 100ms:

Spect ▾



$\Delta f$ : 21000Hz — 31250Hz

Discharge prediction:



Discharge on surface or  
inside component



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры

# ПРАКТИКА – РАЗРЯДЫ НА РАЗЪЕДИНИТЕЛЕ 110 КВ



Перекрытие  
по рёбрам

Range:

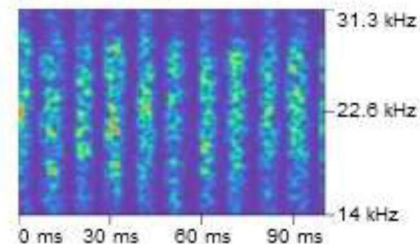


Measured dB(Z):

35.1 dB

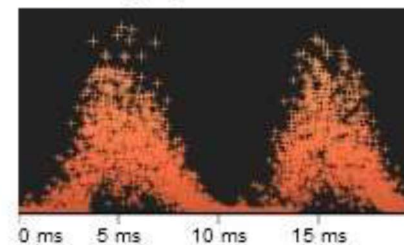
Signal last 100ms:

Spect ▾



$\Delta f$ : 14000Hz — 31250Hz

Discharge prediction:

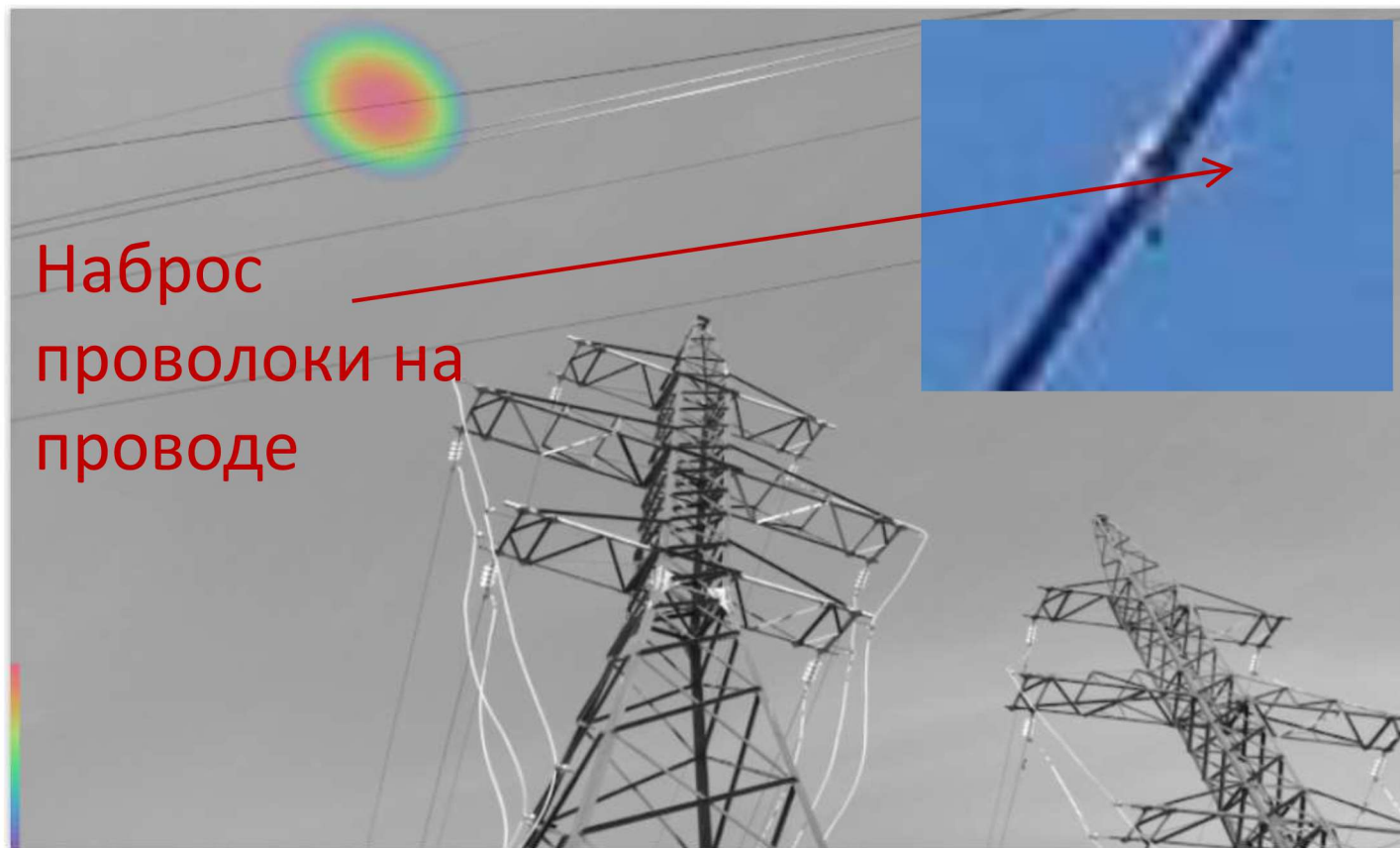


Discharge on surface or  
inside component



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры

# ПРАКТИКА – РАЗРЯДЫ НА ЛЭП 110 КВ



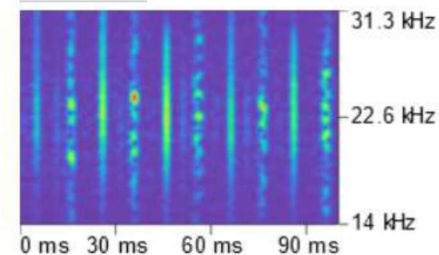
Range:

Measured dB(Z):

14.8 dB

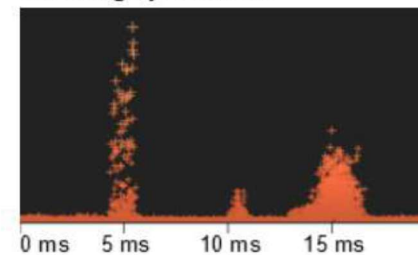
Signal last 100ms:

Spect ▾



$\Delta f$ : 14000Hz — 31250Hz

Discharge prediction:



Discharge into air



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры



# ПРАКТИКА – РАЗРЯДЫ НА ЛЭП 220 КВ

Развив провода -  
спорадические  
разряды  
(каждые 5-10 сек)

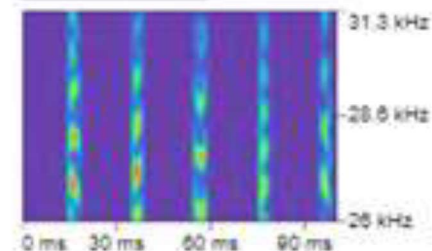


Измеренный дБ(Z):

11 дБ

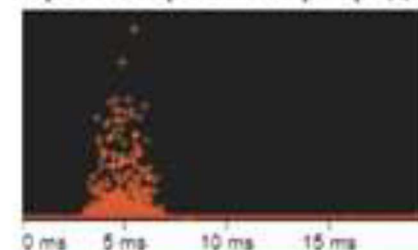
Сигнал последние 100 мс:

ОФЭКТ ▾



$\Delta f$ : 26000 Гц-31250 Гц

Прогнозирование разряда:



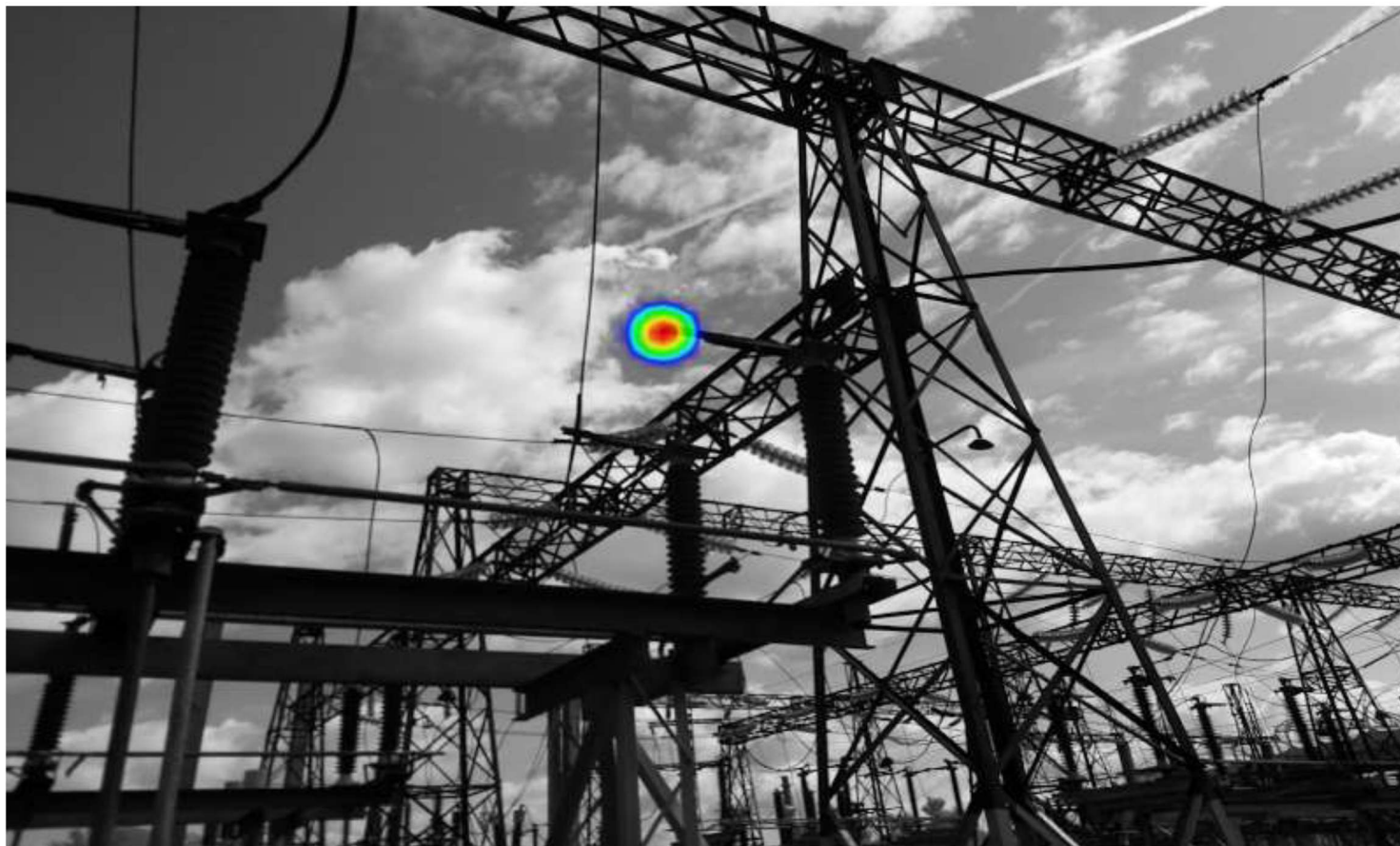
Разрядка в воздух



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры

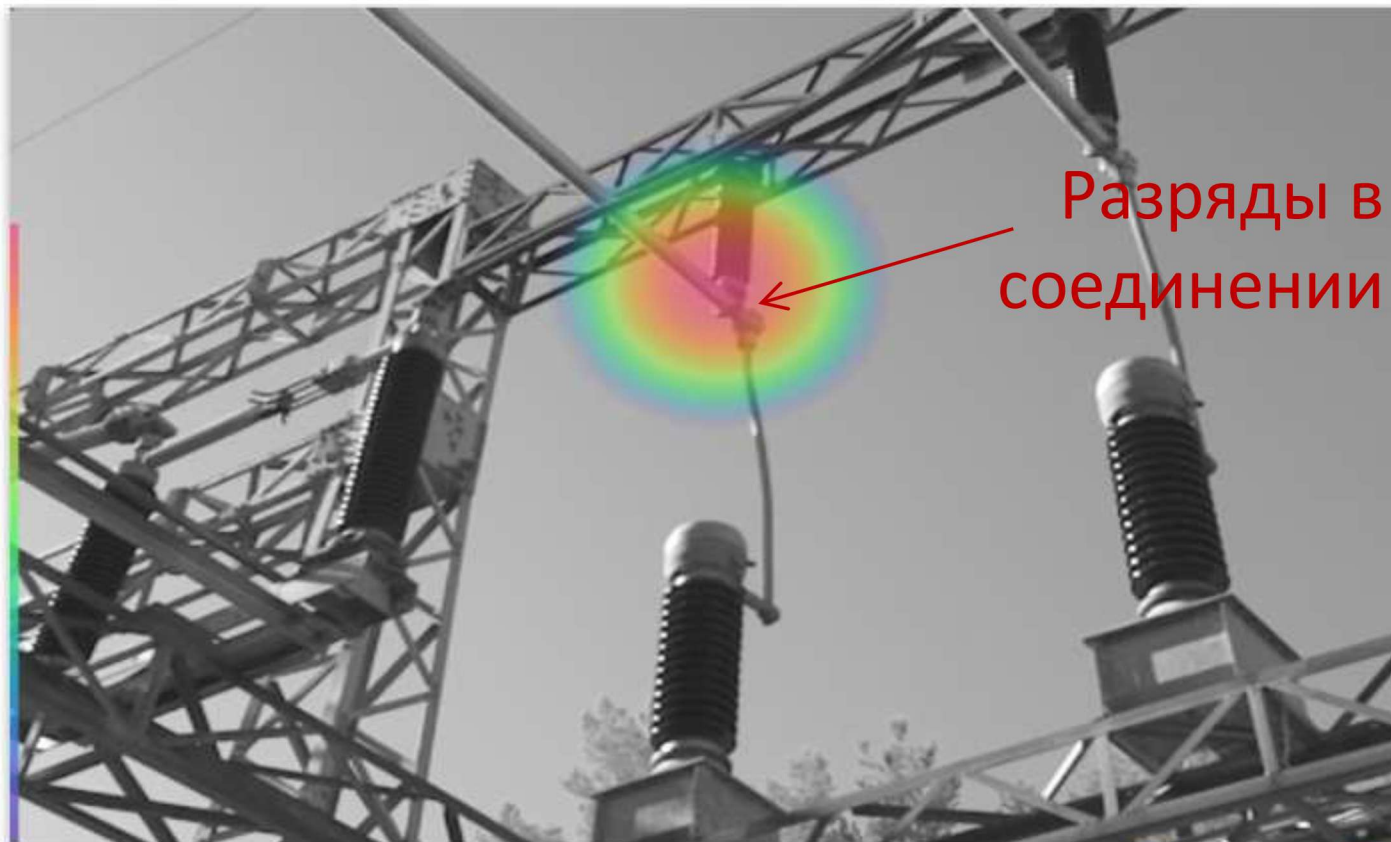


# ПРАКТИКА – ПАО ЛЕНЭНЕРГО ПС17



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры

# ПРАКТИКА – РАЗРЯДЫ НА ТН 110 КВ



Разряды в соединении

Range:

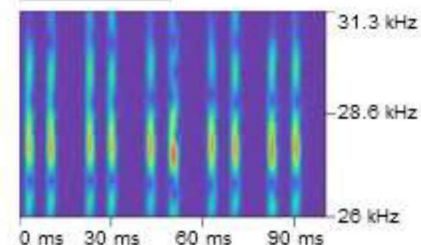


Measured dB(Z):

44.6 dB

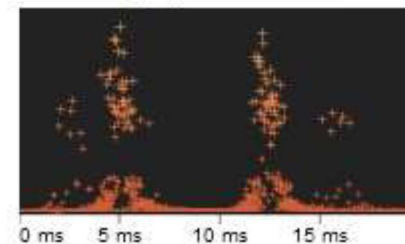
Signal last 100ms:

Spect ▾



$\Delta f$ : 26000Hz — 31250Hz

Discharge prediction:



Discharge between components

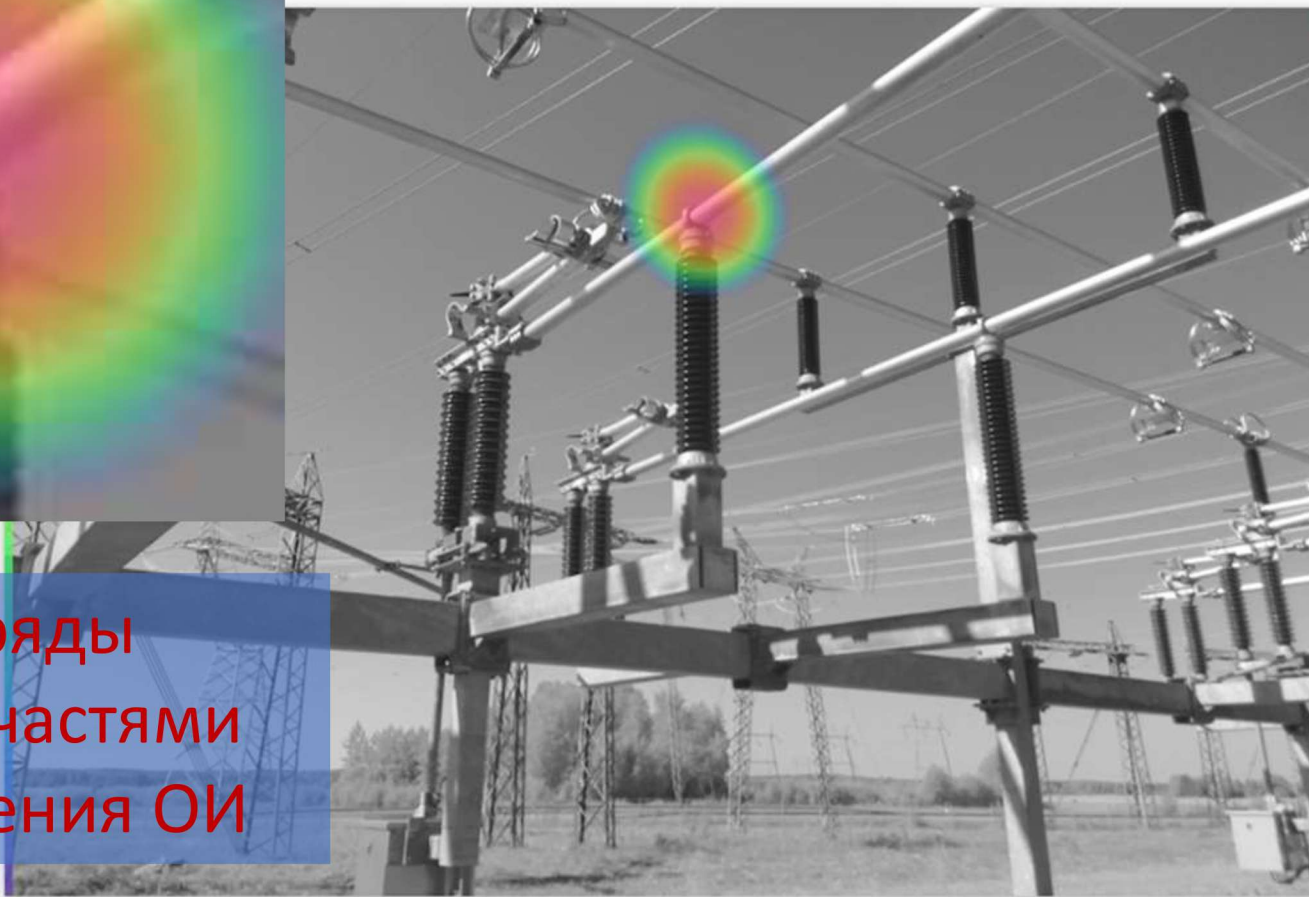


Диагностирование изоляции с помощью ультразвуковой NL-камеры

# ПРАКТИКА – РАЗРЯДЫ НА ВЛ 110 КВ



Разряды  
между частями  
соединения ОИ



!!! Measured dB(Z):  
47.6 dB

Signal last 100ms:

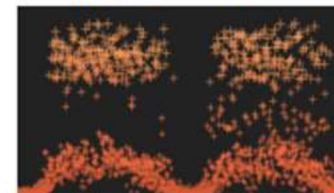
Time ▾



0 ms 30 ms 60 ms 90 ms

$\Delta f$ : 26000Hz — 31250Hz

Discharge prediction:



0 ms 5 ms 10 ms 15 ms

Discharge between  
components



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры



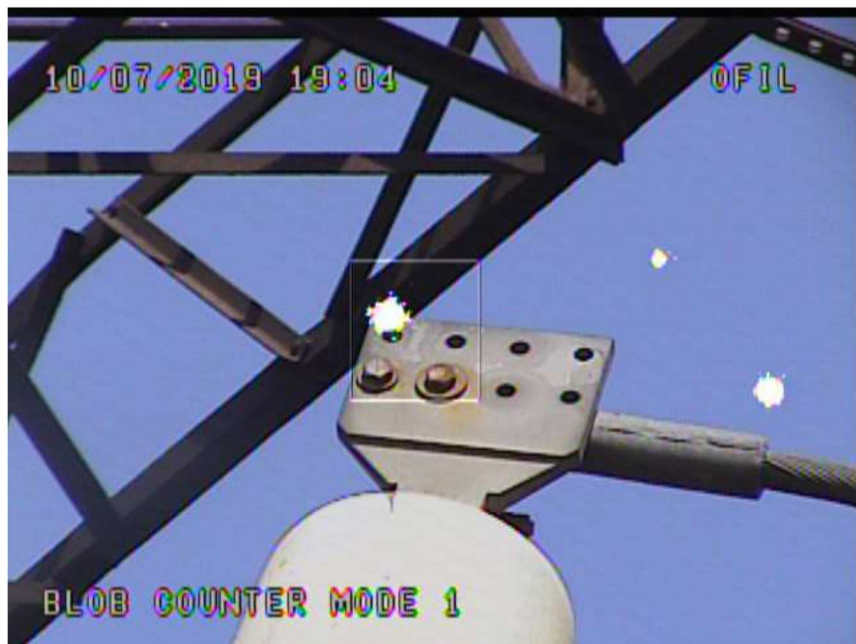
# ПРАКТИКА – ПАО ЛЕНЭНЕРГО ПС17



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры



# ПРАКТИКА – ПАО ЛЕНЭНЕРГО ПС17

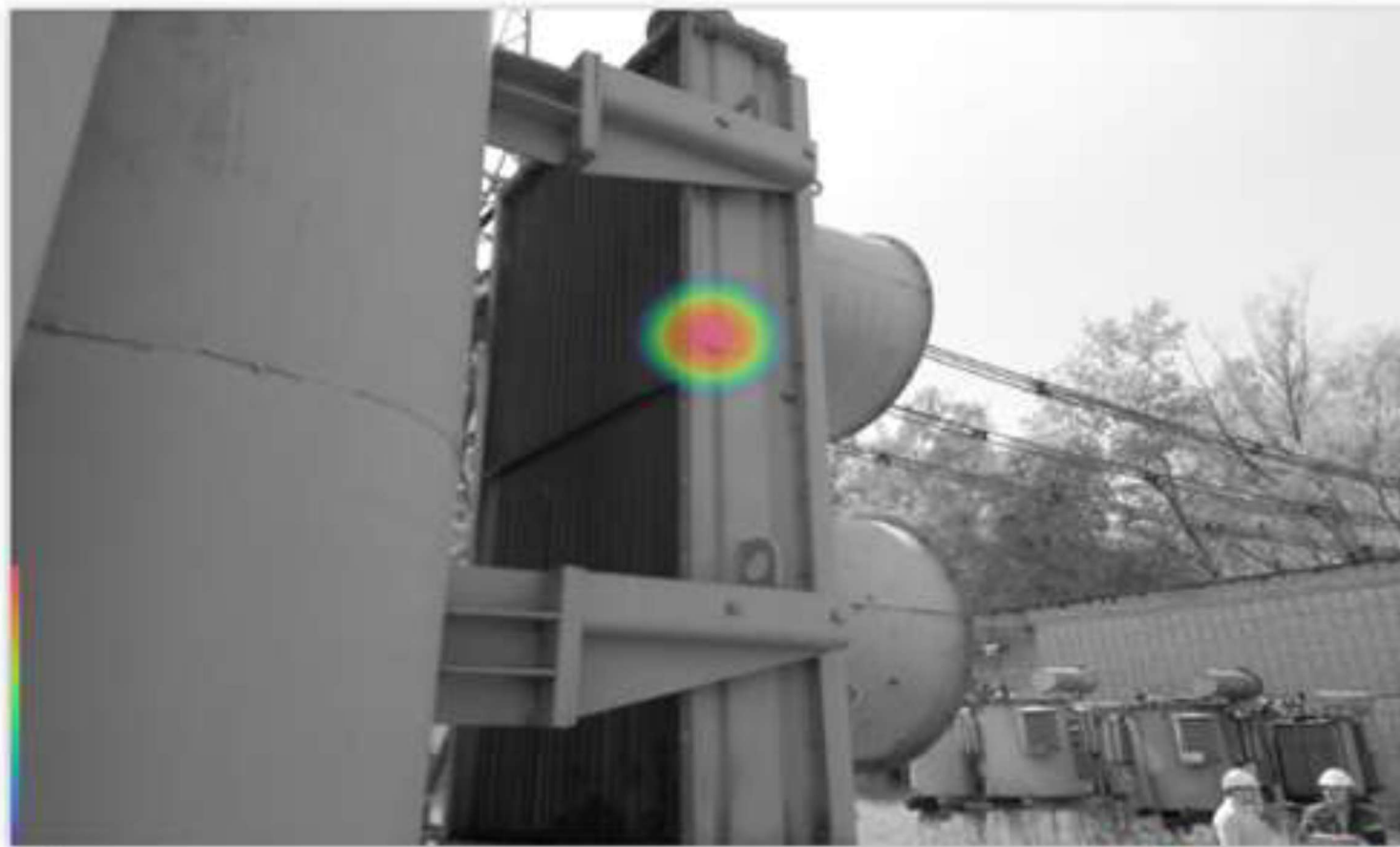


© LenEnergy 2018



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры

# ПРАКТИКА – ДЕФЕКТ СВАРКИ КОНСТРУКЦИИ Т-1 /110 КВ



Диапазон:

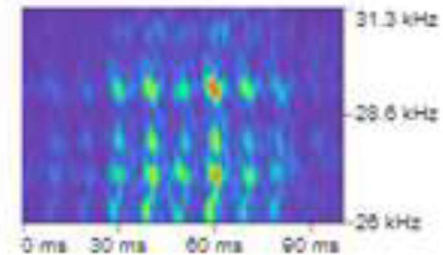


Измеренный дБ (Z):

21.5 дБ

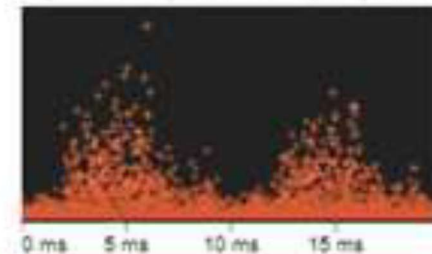
Сигнал последние 100 мс:

ОФЭКТ ▾



$\Delta f$ : 26000 Гц-31250 Гц

Прогнозирование разряда:



0 ms 5 ms 10 ms 15 ms



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры

# ПРАКТИКА – ДЕФЕКТ ВЕНТИЛЯТОРА Т-1 /110 КВ (ДРУГОЙ)



Диапазон:

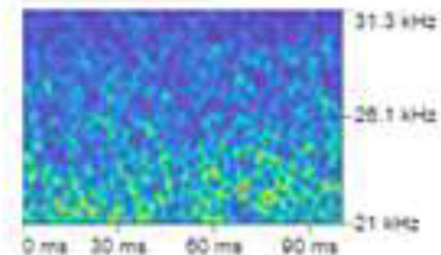


Измеренный дБ (Z):

25.5 дБ

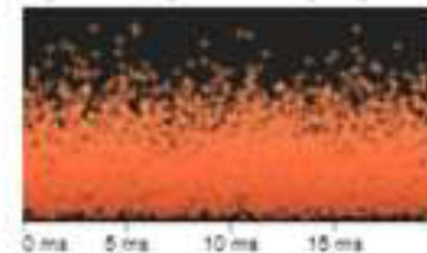
Сигнал последние 100 мс:

ОФЭКТ ▾



$\Delta f$ : 21000 Гц-31250 Гц

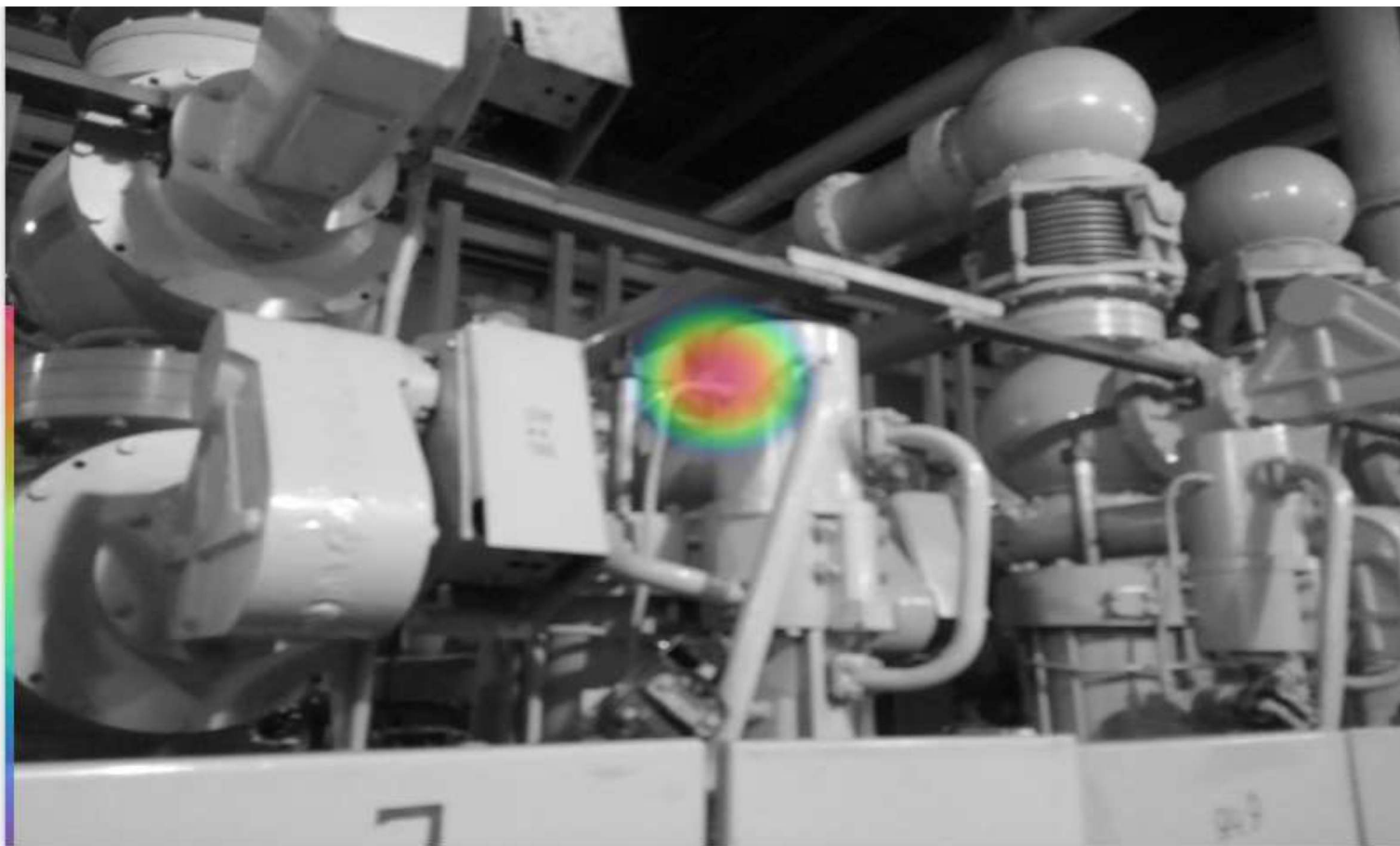
Прогнозирование разряда:



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры



# ПРАКТИКА – УТЕЧКИ В ПНЕВМОПРИВОДЕ КРУЭ-110 КВ

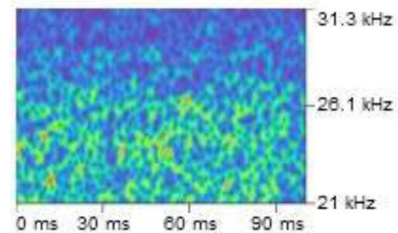


Measured dB(Z):

33.4 dB

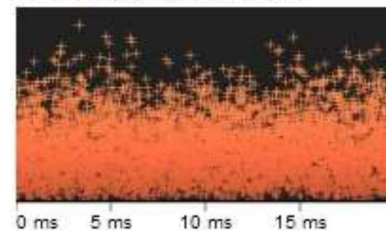
Signal last 100ms:


Spect ▾



$\Delta f$ : 21000Hz — 31250Hz

Discharge prediction:



Range: 



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры



# ПРАКТИКА – УТЕЧКИ ВОЗДУХА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

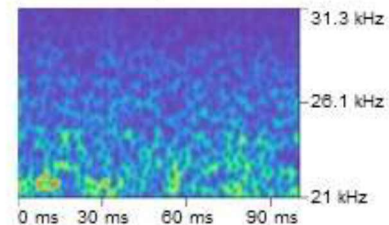


Measured dB(Z):

56.7 dB

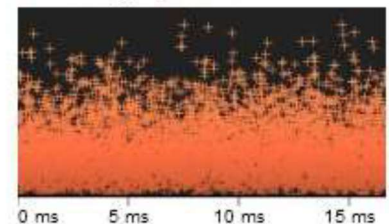
Signal last 100ms:

Spect ▾



$\Delta f$ : 21000Hz — 31250Hz

Discharge prediction:



Range:



Диагностирование изоляции с помощью  
ультразвуковой NL-камеры

