

MONGEMO

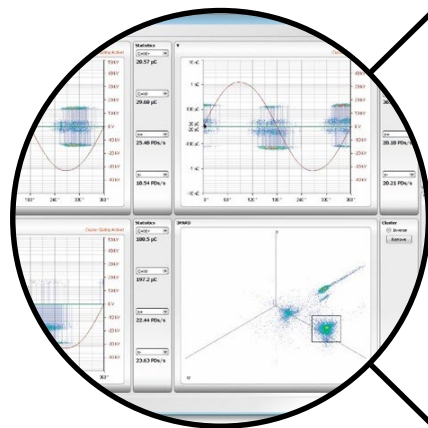
Опыт и особенности применения системы мониторинга ЧР в статоре генератора

Содержание

- > Система мониторинга ЧР
- > Пример: Турбогенератор 180 МВА, 16.6 кВ
- > Пример: Турбогенератор 100 МВА, 13.2 кВ
- > Пример: Гидрогенератор 126 МВА, 16.5 кВ
- > Пример: Турбогенератор 236 МВА, 24 кВ
- > Заключение

Система мониторинга ЧР

Критичные характеристики для корректной оценки состояния изоляции:



Синхронные многоканальные измерения:

- обеспечивают высокую гибкость для мониторинга;
- поддерживают дополнительные инструменты для глубокого анализа.



Серверное программное обеспечение:

- тренды и хранение данных для анализа и сравнения машин в процессе всего цикла жизни оборудования;
- простой удаленный доступ для оценки результатов и настройки.

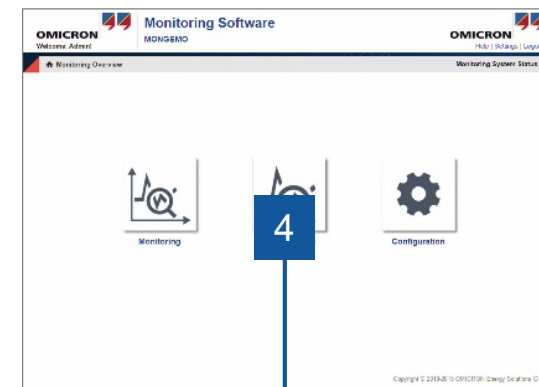
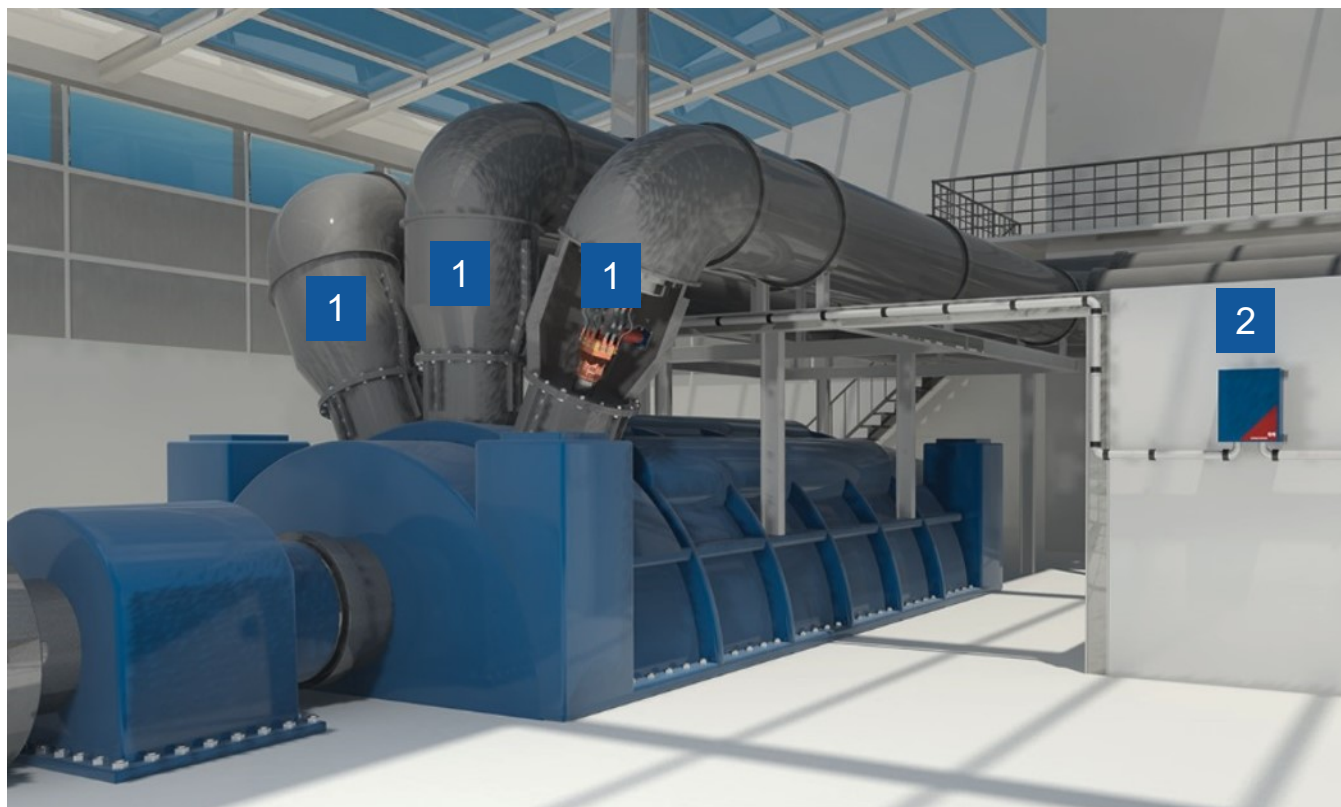
MONGEMO: Компоненты системы

1 Конденсаторы присоединения

2 УСПД в шкафу IP65

3 Оптический канал связи

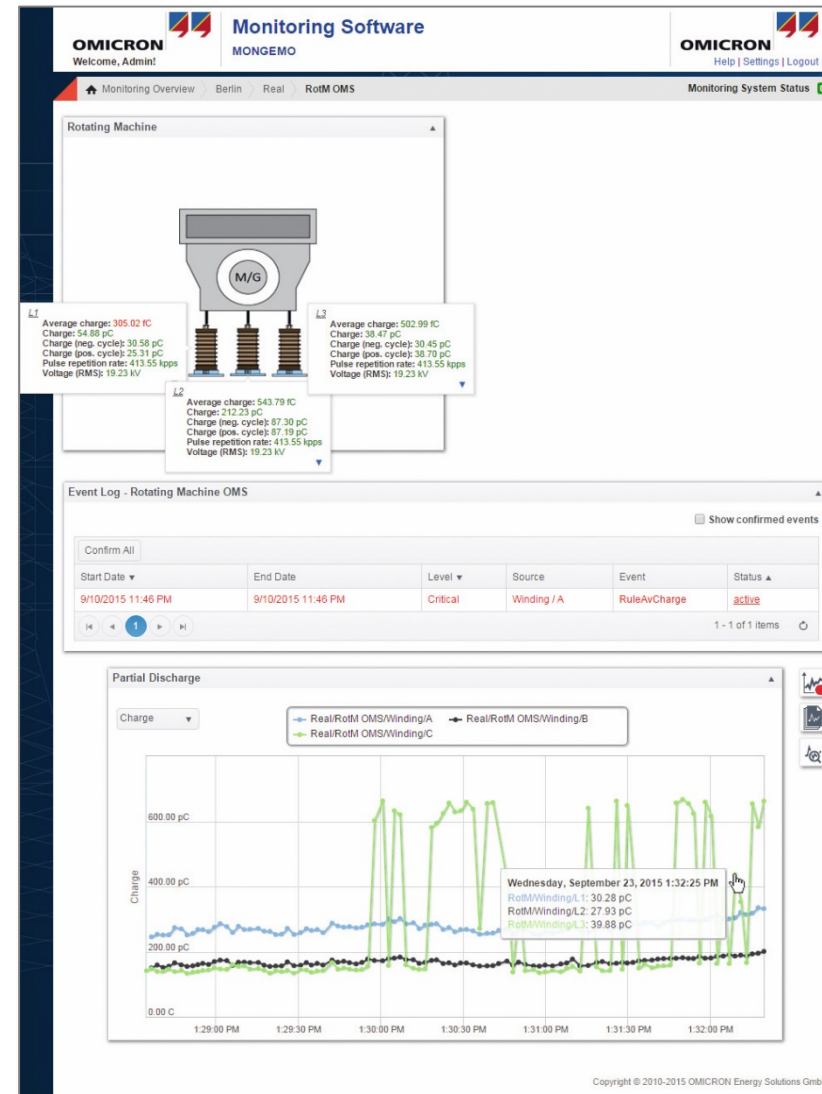
4 Центральный компьютер и ПО



Программное обеспечение

Отображение данных в режиме реального времени

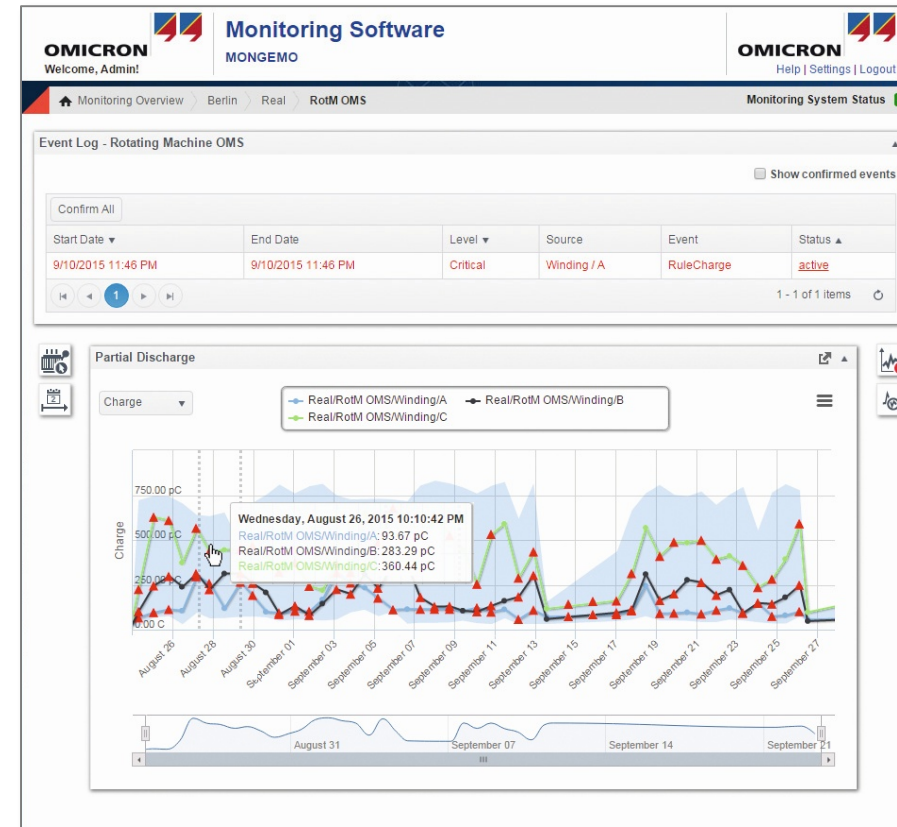
- > Точки измерения на полной модели системы мониторинга отображаются в режиме реального времени
- > Цветная кодировка величин аварийной и предупредительной сигнализации в режиме реального времени
- > Журнал событий отображает события аварийной и предупредительной сигнализации
- > Прокрутка данных с просмотром даты, времени и уровня ЧР по каждой фазе



Программное обеспечение

Исторический срез данных ЧР – Графики долгосрочных трендов для каждой фазы

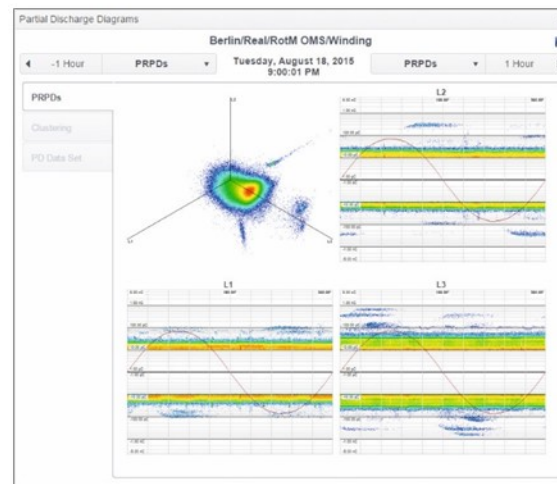
- > Журнал событий показывает события аварийной и предупредительной сигнализации для каждой фазы
- > Прокрутка данных с просмотром даты, времени и величины ЧР
- > Масштабирование в любой части графика с трендом ЧР для лучшей детализации
- > Данные тренда могут быть легко экспортированы с помощью файла в формате .csv



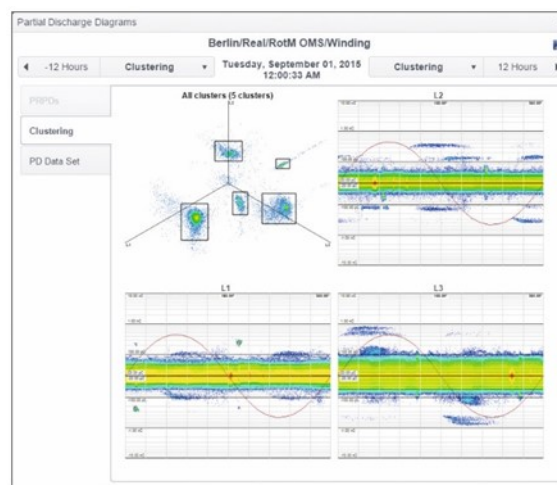
Программное обеспечение

История данных ЧР

- > Клик по метке времени открывает всплывающее окно с различными типами диаграмм по выбору:
 - > ЗPARD и PRPD
 - > Автоматическое разделение кластеров
 - > Наборы данных ЧР
 - > Распределение импульса
- > Все графики могут быть распечатаны или сохранены в различных форматах
- > Все наборы данных ЧР могут быть легко загружены для более глубокого анализа с применением системного ПО *OMS*



ЗPARD/PRPD всплывающие окна

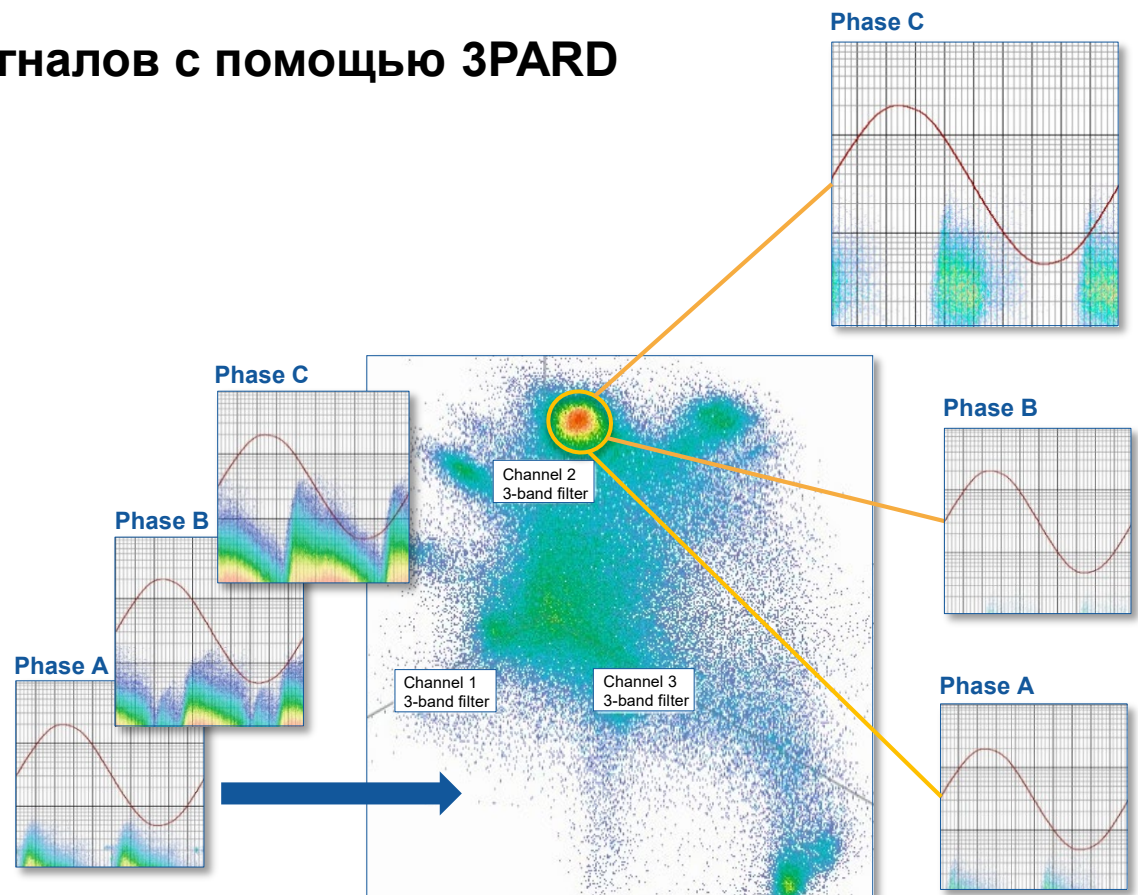


Автоматическое выделение кластеров

MONGEMO: Методы

Выделение помехи и сепарирование сигналов с помощью 3PARD

- > 3PARD визуализирует соотношение между амплитудами импульсов ЧР и помехами в фазах.
- > В 3PARD, отдельные источники ЧР отображаются как отдельные кластеры.
- > Обратный просмотр выбранного кластера в PRPD диаграмме позволяет рассмотреть его индивидуально



Диаграммы по фазам до разделения источников

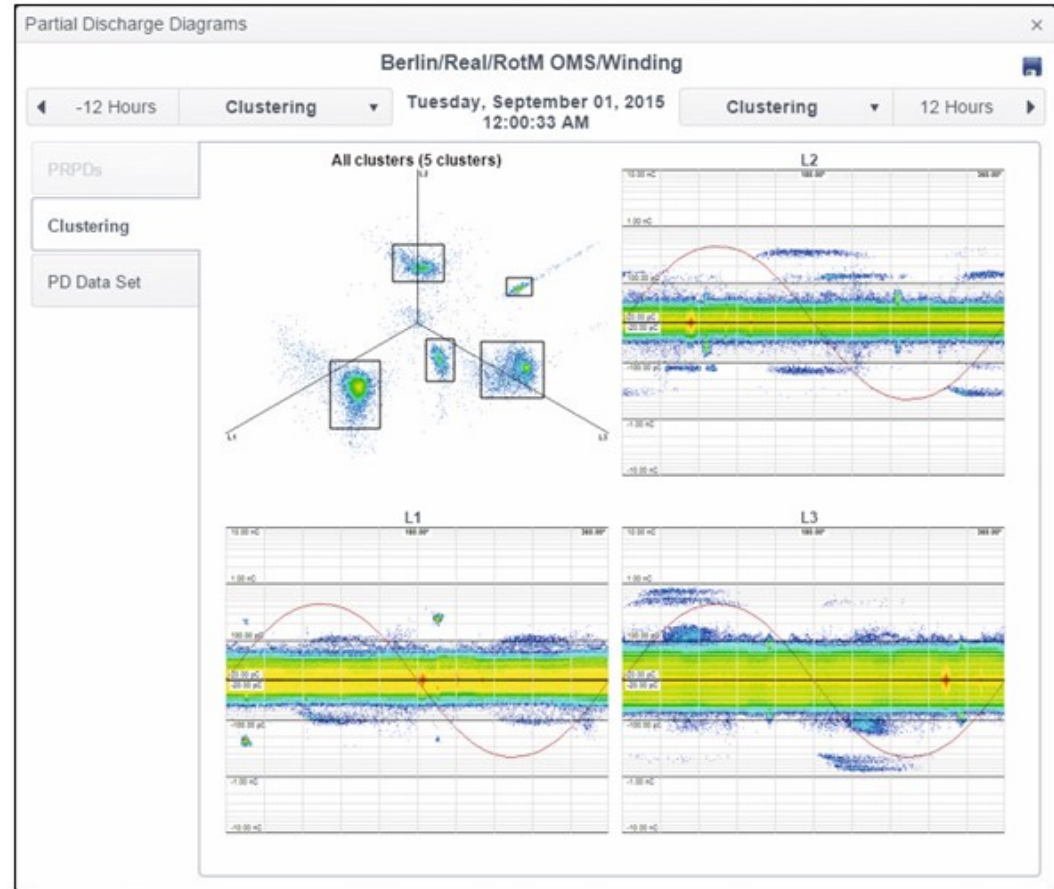
Измерения, представленные в виде 3PARD диаграммы

Выделенный источник на фазе C

MONGEMO: Методы

Автоматическое разделение кластеров

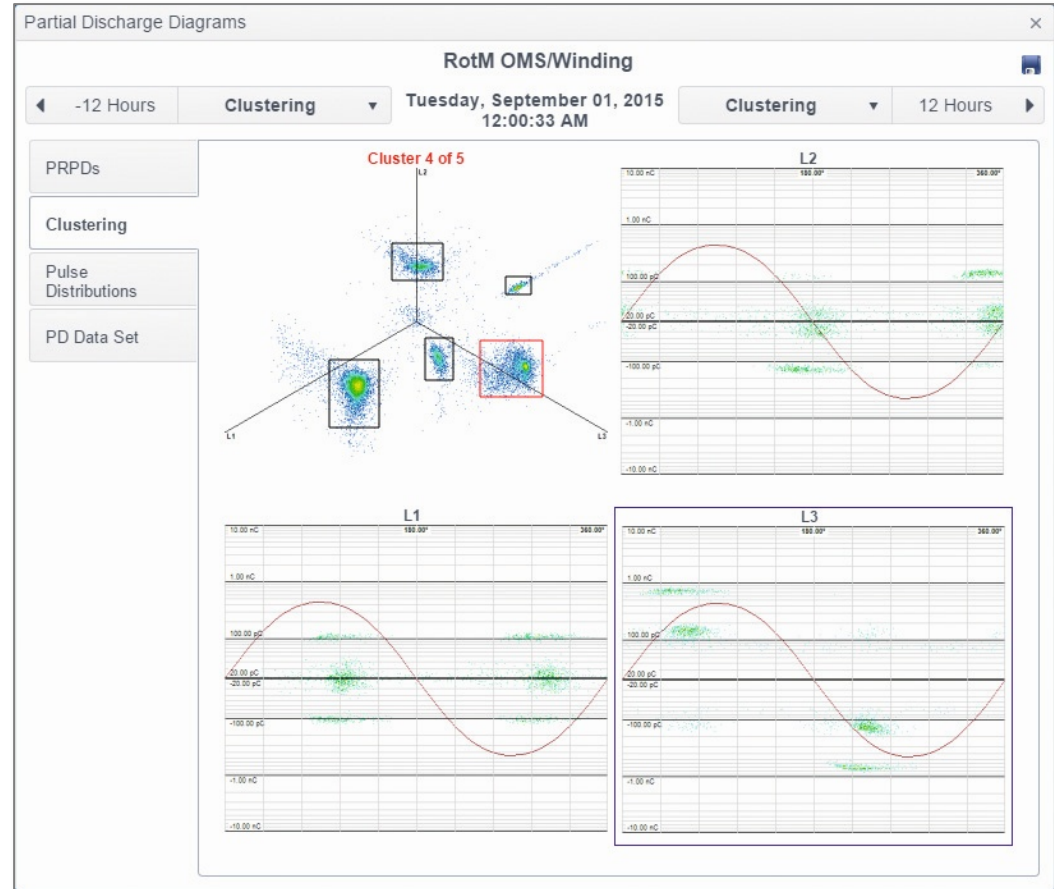
- > Для автоматической кластеризации данных ЗРАД применяется высокоэффективный алгоритм иерархической кластеризации на основе плотности.
- > Автоматическая оценка данных и разделение кластеров выполняются периодически, регулярно или по тревоге.
- > Для каждого кластера ПО системы мониторинга MONGEMO определяет фазу.



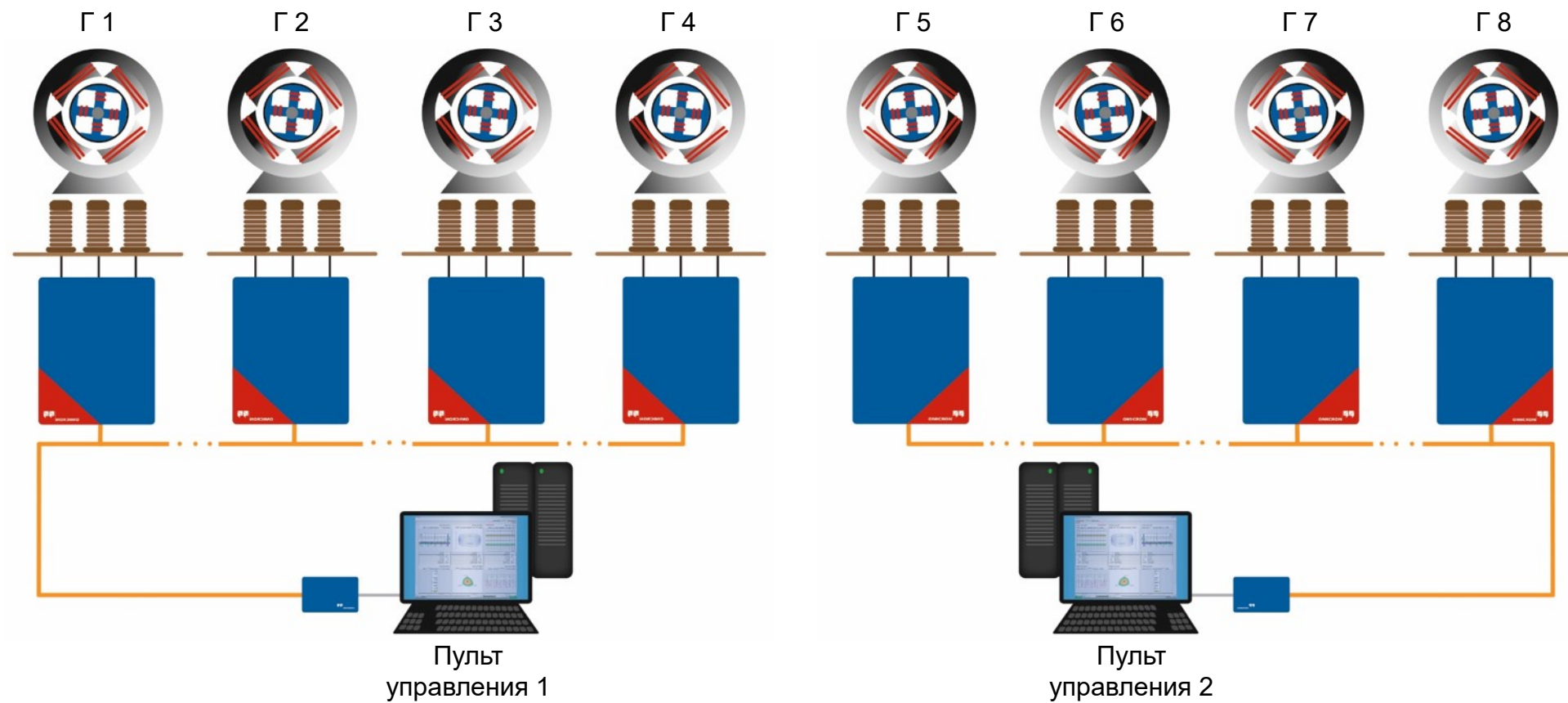
MONGEMO: Методы

Автоматическое разделение кластеров

- > Выбранный пользователем кластер трансформируется обратно в PRPD.
- > Как результат сепарации, на PRPD диаграмме отображается один источник.
- > Данные сепарации сохраняются для возможности дальнейшего анализа.



Турбогенератор: 180 MVA, 16.5 kV

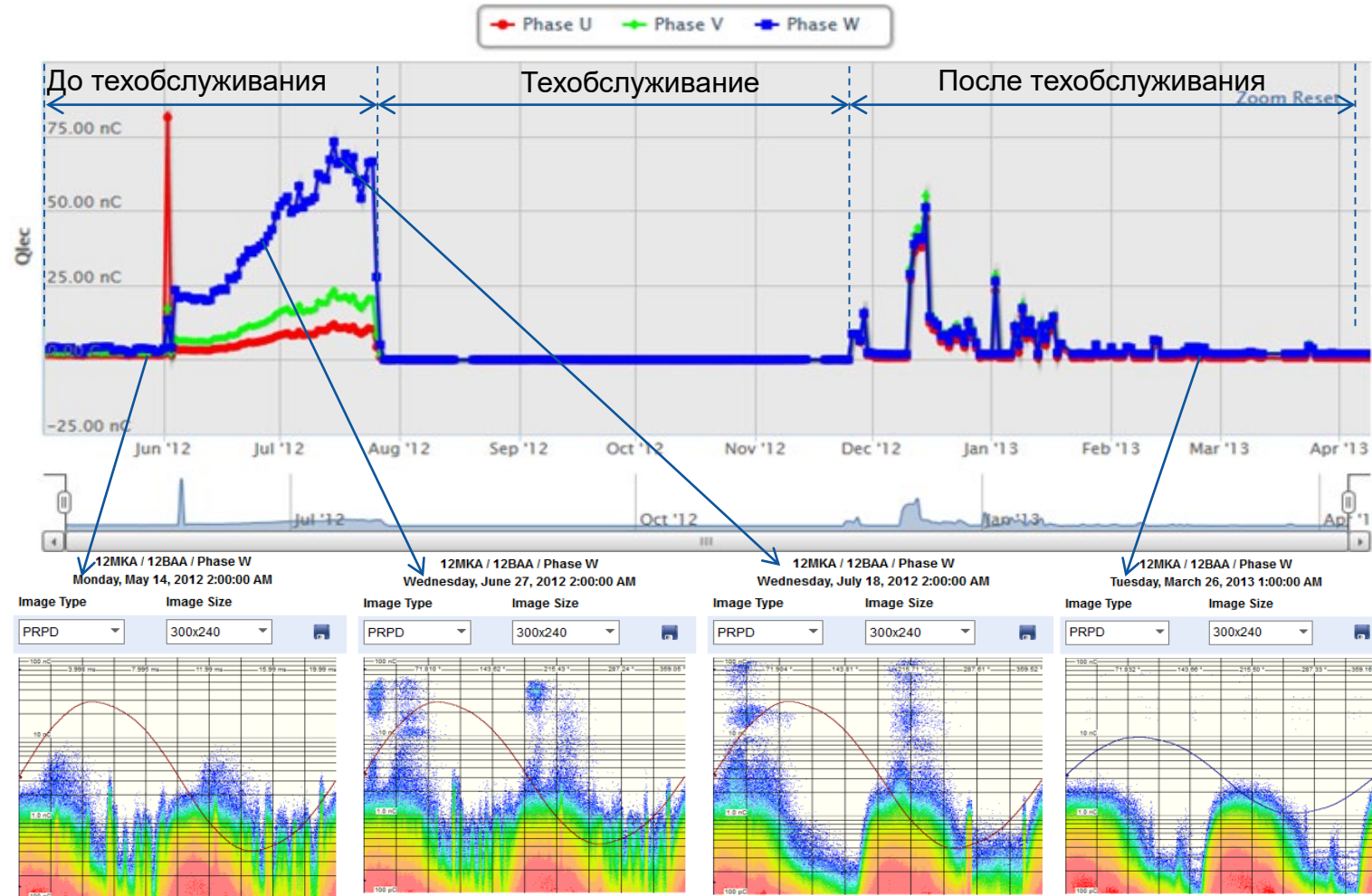


Турбогенератор: 180 MVA, 16.5 kV



Турбогенератор: 180 MVA, 16.5 kV

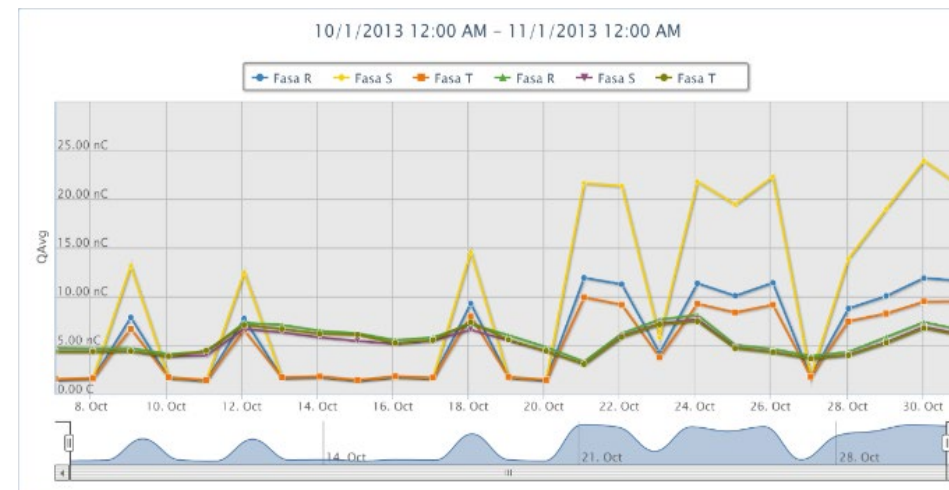
Обслуживание на основе мониторинга ЧР



Турбогенератор: 100 MVA, 13.2 kV – с воздушным охлаждением



Тренды ЧР за один год

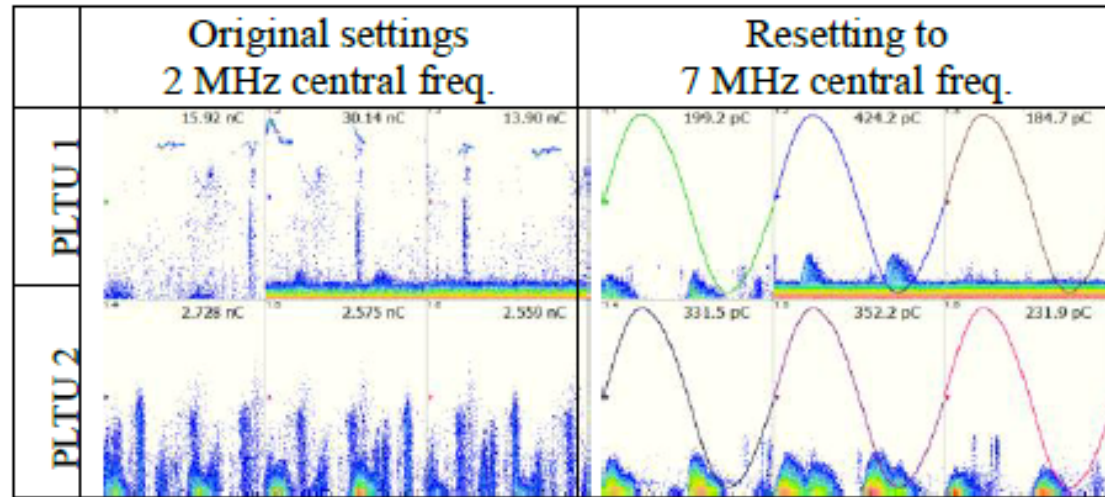


Тренды ЧР за Сентябрь-Октябрь

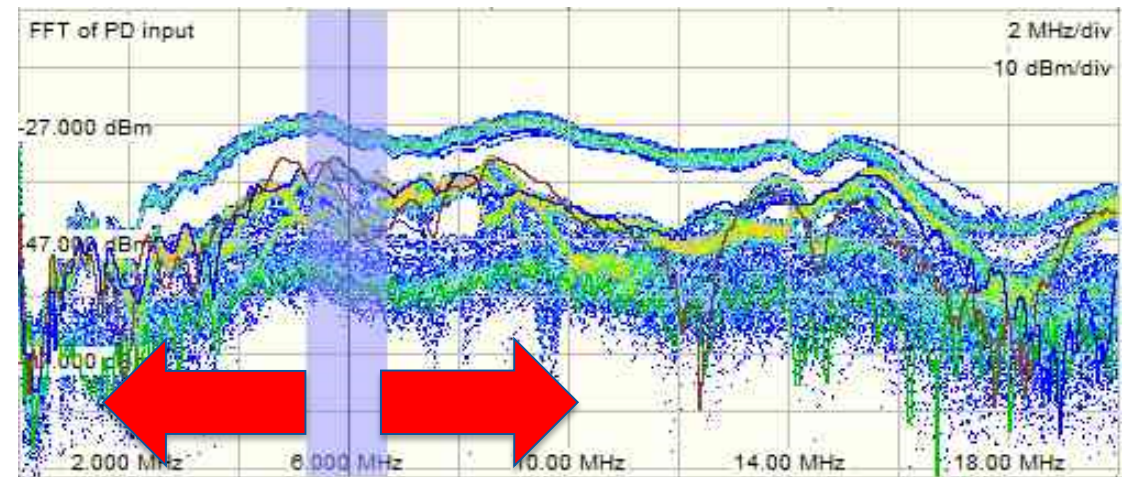
Комбинированные тренды Г 1 и Г 2 за год:

> обе машины налаживали в 1981

Турбогенератор: 100 MVA, 13.2 kV – с воздушным охлаждением



PRPD диаграммы для двух центральных частот:
2 MHz and 7 MHz



Гидрогенератор: 126 MVA, 16.5 kV

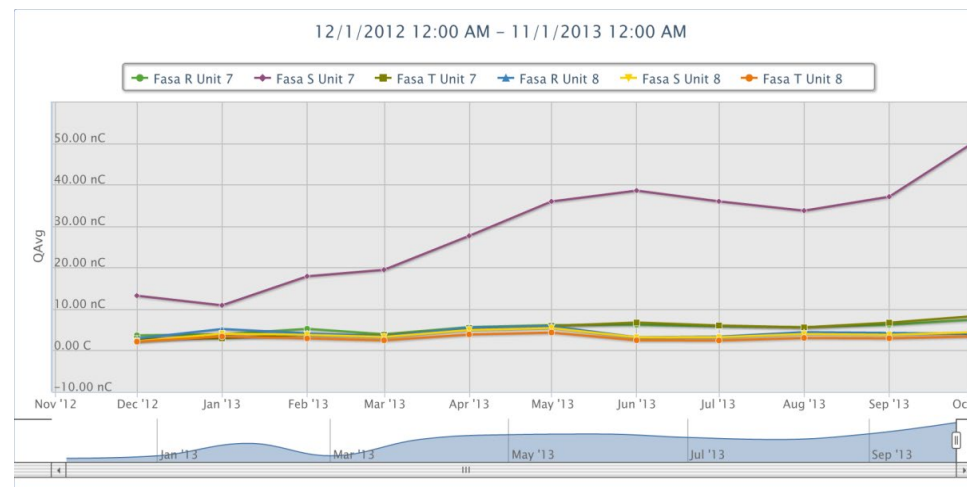
Машина № 7

- > установлена в 1997
- > одна из самых мощных ГЭС в Юго-Восточной Азии (1008 МВт)



Гидрогенератор: 126 MVA, 16.5 kV

С первых месяцев, машина №7 показала рост трендов активности ЧР п фазе S

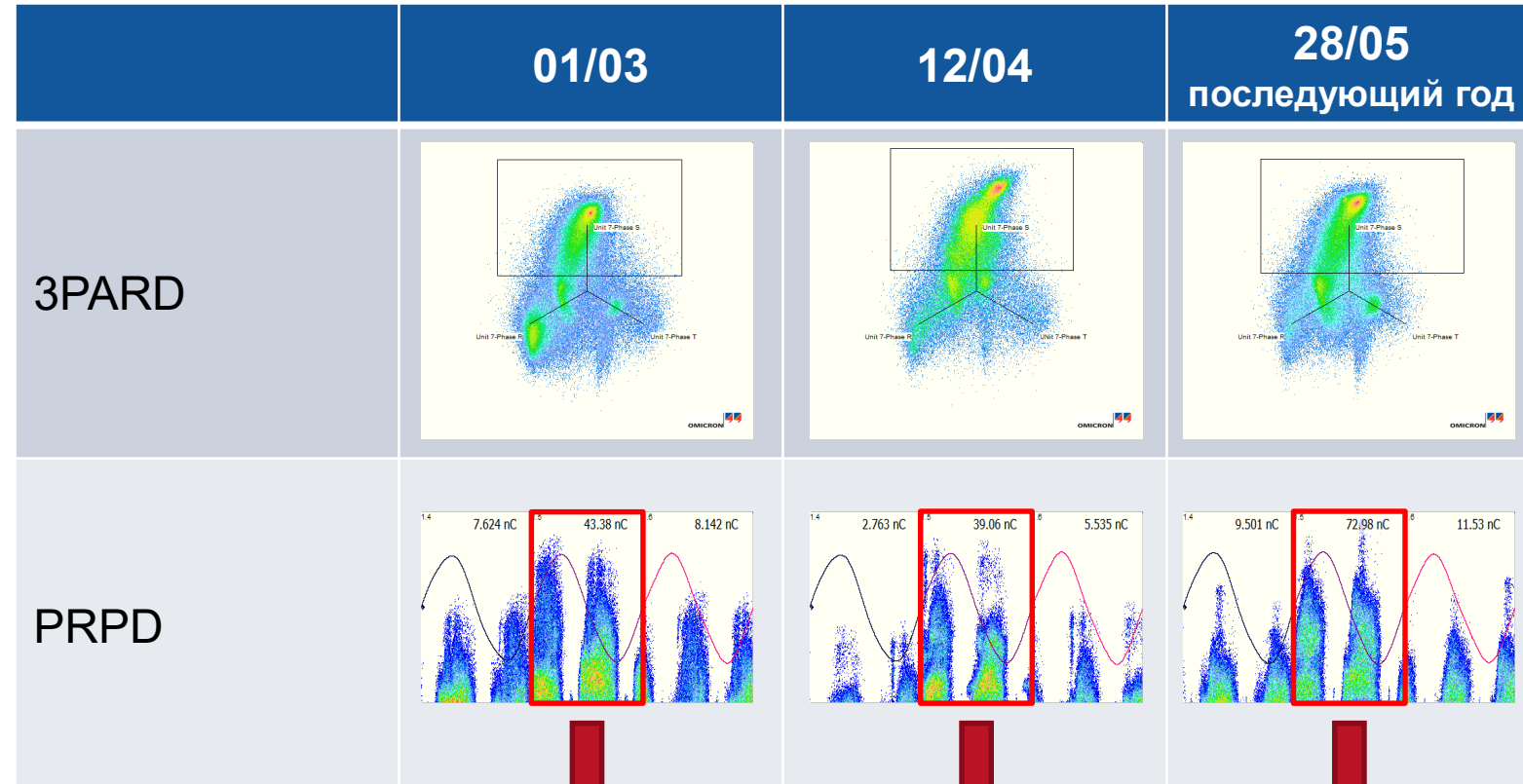


ЗПАРД сепарация и PRPD анализ показали требуется вывести машину из работы и провести инспекцию:

- обнаружить и оценить причину роста уровня ЧР;
- оценить общее состояние обмотки статора

Гидрогенератор: 126 MVA, 16.5 kV

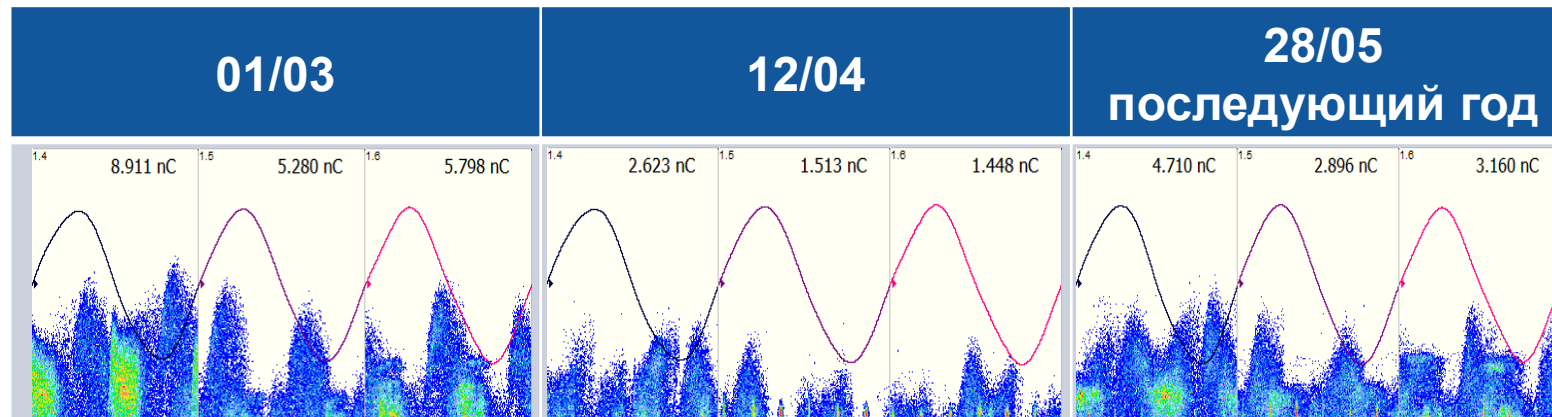
Анализ



аномальная активность была выделена в фазе S и ее стойкость подтверждается историческими данными

Гидрогенератор: 126 MVA, 16.5 kV

Отклоняя только исследуемую активность ЧР, можно оценить общее состояние обмотки статора.



Гидрогенератор: 126 MVA, 16.5 kV

Диагноз

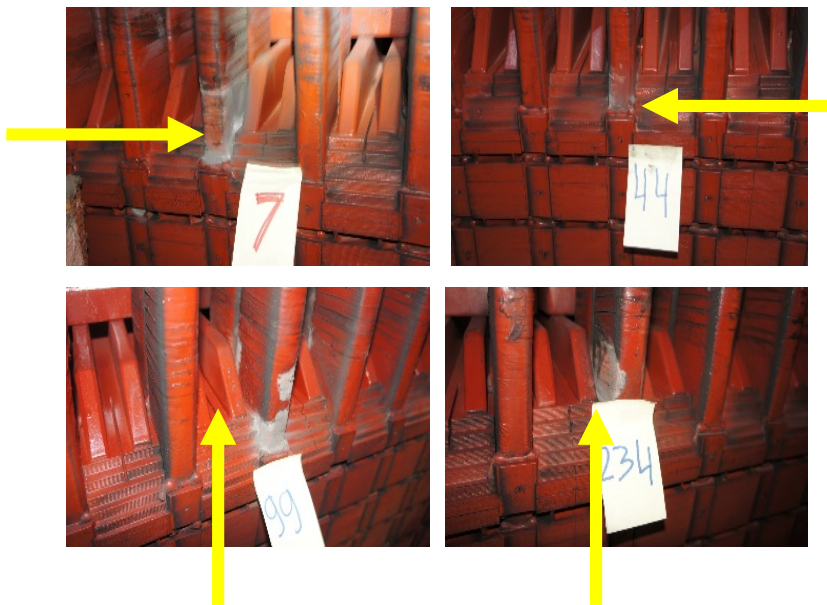
Источник ЧР

- Поверхностный разряд

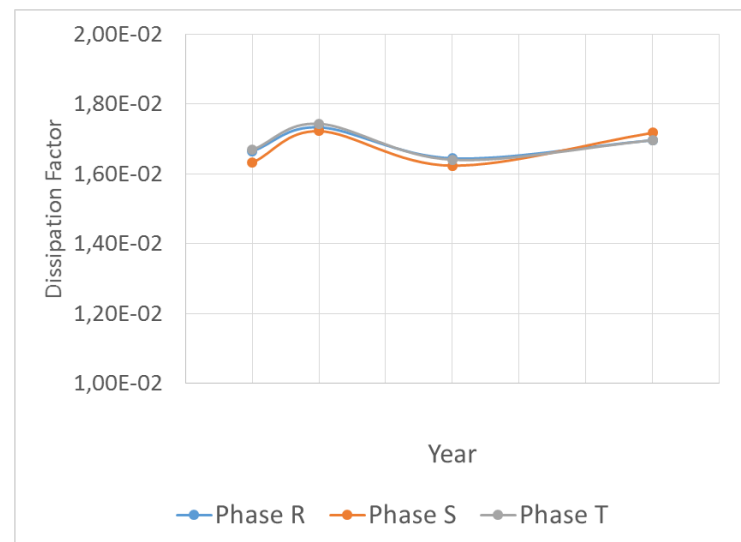
Общее состояние изоляции

- Внутренние источники равномерно распределены среди изоляции

Визуальный осмотр



тангенс дельта обмоток



Автоматическая классификация паттернов по ГОСТ

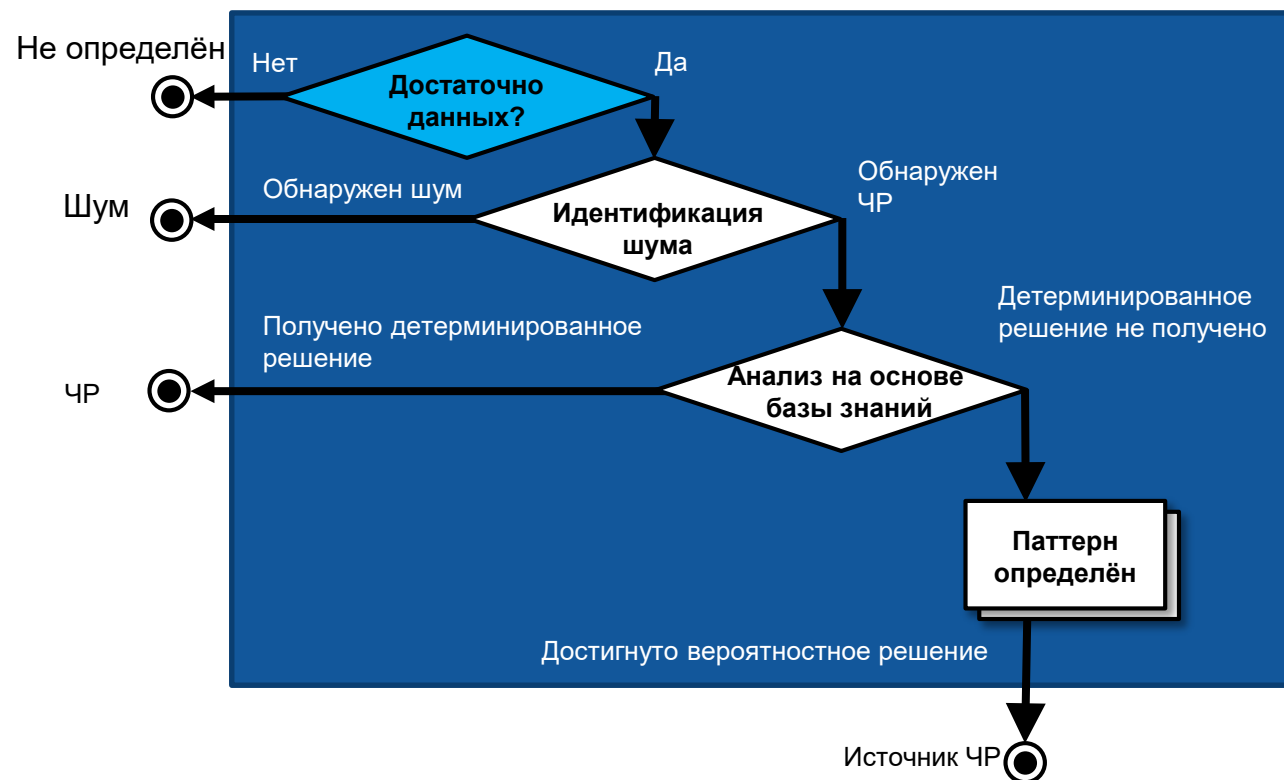
Как это работает?

Шаг 1: Автоматическое разделение источников ЧР

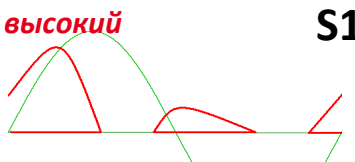
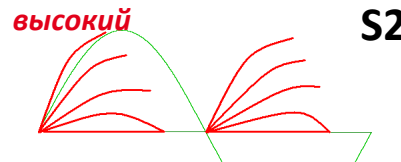
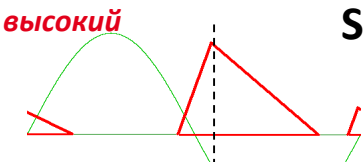

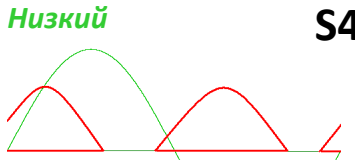
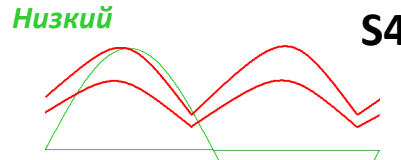
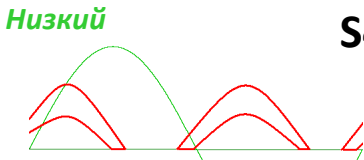
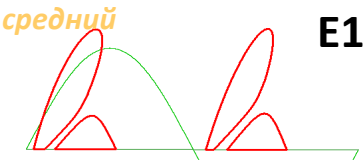
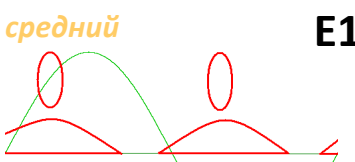
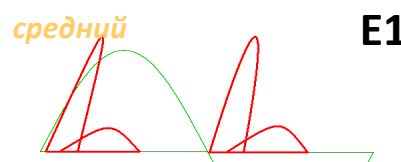
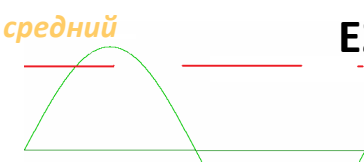
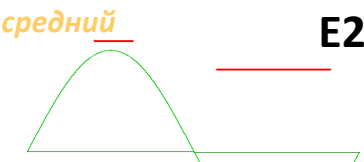
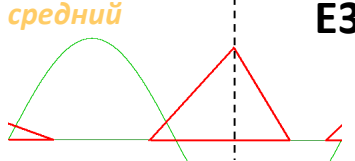
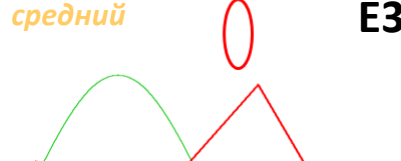
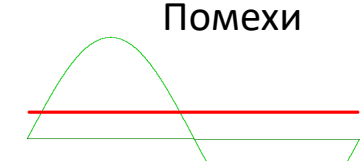
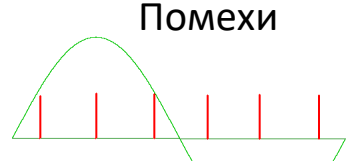
Шаг 2: Распознавание ЧР и шума

Шаг 3: Результат анализа базы знаний

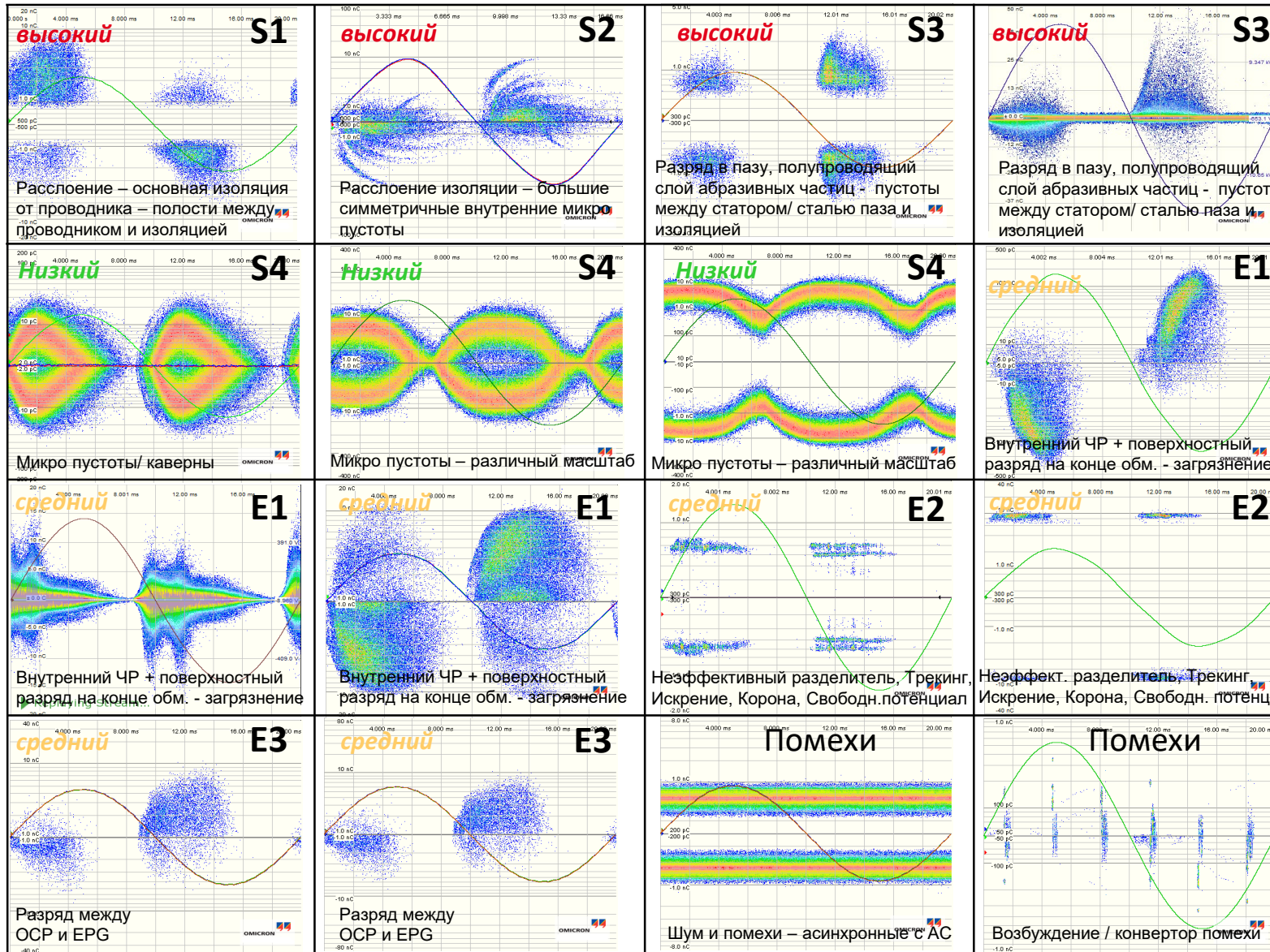
Шаг 4: Паттерн распознан с приблизительным результатом



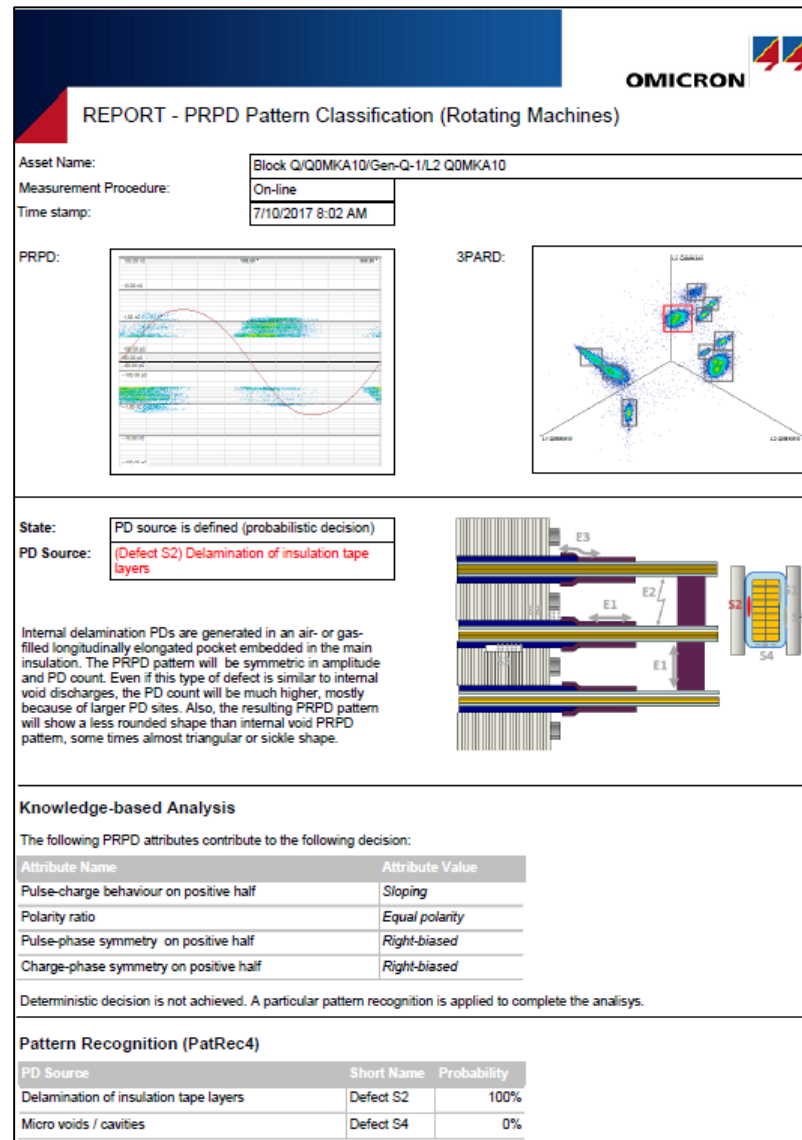
Краткое изложение типов ЧР

<p>высокий S1</p>  <p>Расслоение – основная изоляция от проводника – полости между проводником и изоляцией</p>	<p>высокий S2</p>  <p>Расслоение изоляции – большие симметричные внутренние микропустоты</p>	<p>высокий S3</p>  <p>Разряд в пазу, полупроводящий слой абразивных частиц - пустоты между статором/ сталью паза и изоляцией</p>	<p>высокий S3</p>  <p>Разряд в пазу, полупроводящий слой абразивных частиц - пустоты между статором/ сталью паза и изоляцией</p>
<p>Низкий S4</p>  <p>Микропустоты</p>	<p>Низкий S4</p>  <p>Микропустоты – различный масштаб</p>	<p>Низкий S4</p>  <p>Микропустоты – различный масштаб</p>	<p>средний E1</p>  <p>Внутренний ЧР + поверхностный разряд на конце обм. - загрязнение</p>
<p>средний E1</p>  <p>Внутренний ЧР + поверхностный разряд на конце обм. - загрязнение</p>	<p>средний E1</p>  <p>Внутренний ЧР + поверхностный разряд на конце обм. - загрязнение</p>	<p>средний E2</p>  <p>Неэффективный разделитель, Трекинг, Искрение, Корона, Свободный потенциал</p>	<p>средний E2</p>  <p>Неэффективный разделитель, Трекинг, Искрение, Корона, Свободный потенциал</p>
<p>средний E3</p>  <p>Поверхность между пазовой защитой от короны и защиты от короны на конце обмотки, поверхностный разряд</p>	<p>средний E3</p>  <p>Поверхность между пазовой защитой от короны и защиты от короны на конце обмотки, поверхностный разряд</p>	<p>Помехи</p>  <p>Шум и помехи – асинхронные с АС</p>	<p>Помехи</p>  <p>Тиристорное возбуждение – 6 пиков, также 12 и 24 пика</p>

Краткое изложение типов ЧР

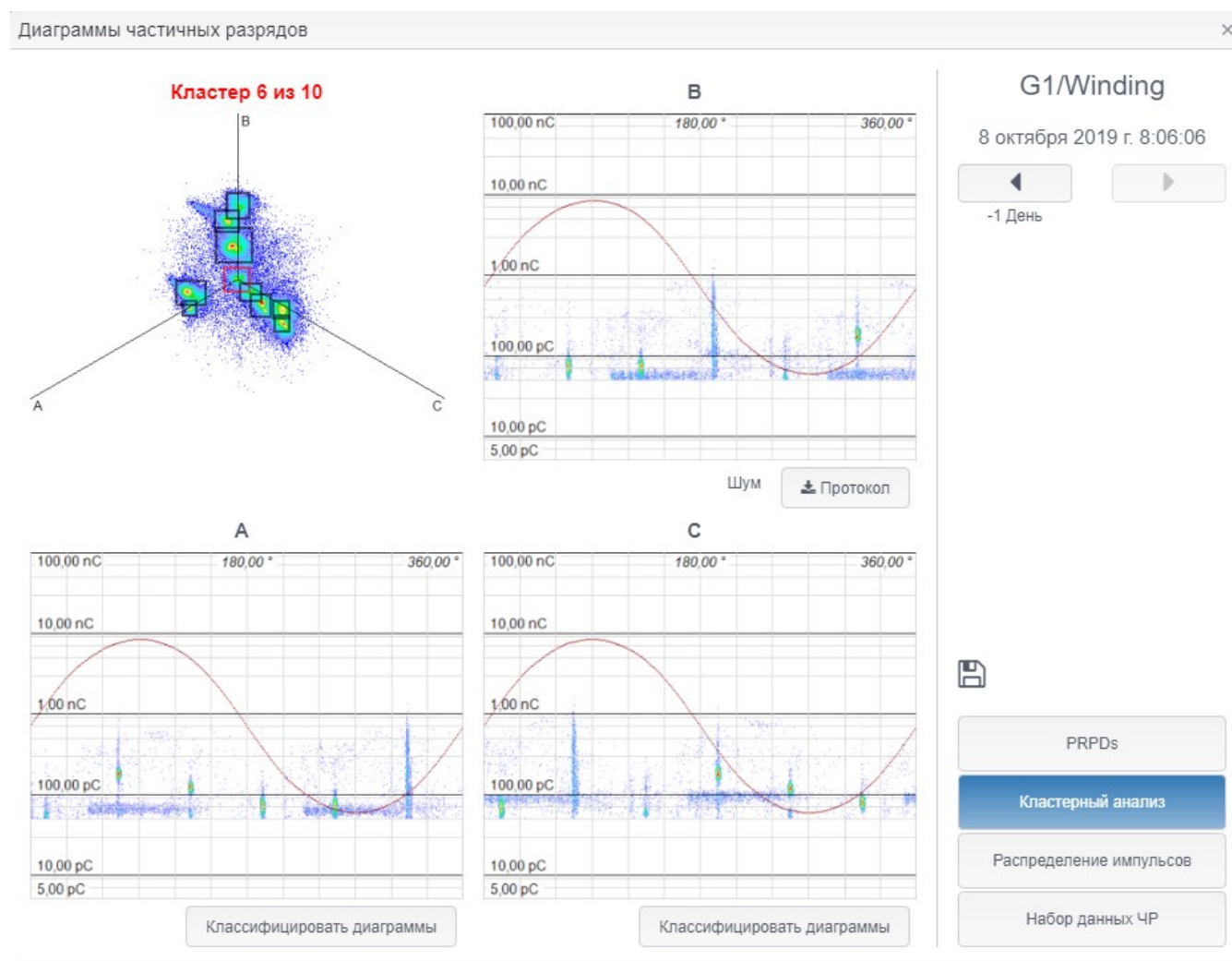


Автоматическая генерация систематизированного отчёта



Турбогенератор: 236 MVA, 24 kV

Диаграммы частичных разрядов – автоматическое определение типа дефекта
Кластеру № 6 - Шум



Пример автоматического определения типа дефекта

Диаграммы частичных разрядов

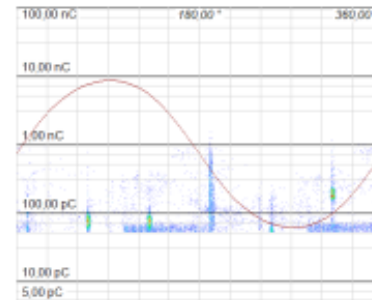
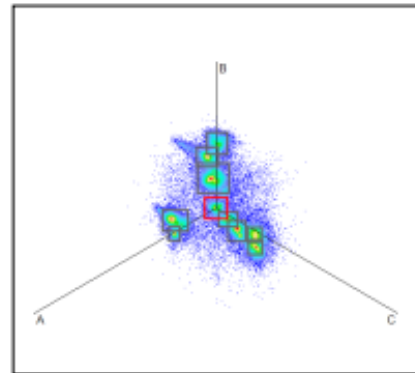
Автоматический отчет по кластеру № 6 (шум или помехи)

REPORT - PRPD Pattern Classification (Rotating Machines)

G1/Winding/B

08.10.2019 8:06

Clustering:



State:	Noise is detected
PD Source:	Excitation noise or disturbances

Excitation noise. Typically consist of 6 pulses per voltage cycle caused by the thyristor switching of exciter/converter of a synchronous generator. They can be also 12 and 24 pulses. These Impulses are not caused by stator winding insulation system.

Пример автоматического определения типа дефекта

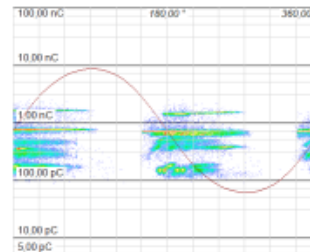
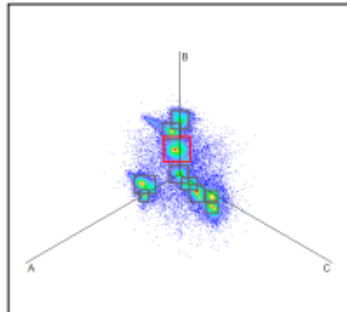
Диаграммы частичных разрядов
Автоматический отчет по кластеру № 5 (фаза В, тип дефекта E1, поверхностный разряд)

REPORT - PRPD Pattern Classification (Rotating Machines)

G1/Winding/B

08.10.2019 8:06

Clustering:



Knowledge-based Analysis

The following PRPD attributes contribute to the following decision:

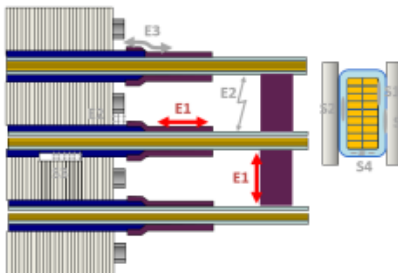
Attribute Name	Attribute Value
Pulse-charge symmetry on positive half	Top-biased
Pulse-charge behavior on positive half	Peaking
Polarity ratio	Equal polarity
Pulse-phase symmetry on positive half	Left-biased
Charge-phase symmetry on positive half	Right-biased

Deterministic decision is reached.

State: PD source is defined (deterministic decision)

PD Source: (Defect E1) End-winding surface discharge / tracking

Surface discharge/tracking along the winding overhang due to contamination (carbon, oily dust, abrasion etc.) at the air/insulation interface. Since they only appear on the surface of the insulation they do not lead to significant ageing. The main characteristic of surface tracking is an almost vertical cloud of PDs in both polarities, combined with a low PD count. In some cases, PDs can occur only in positive polarities.



Пример автоматического определения типа дефекта

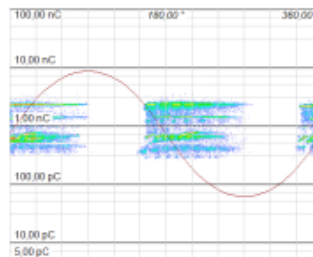
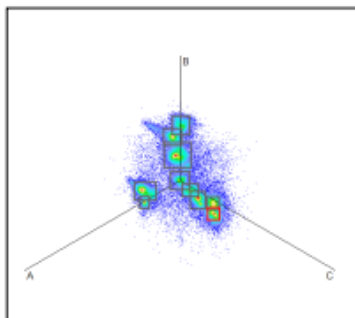
Диаграммы частичных разрядов
 Автоматический отчет по кластеру № 10 (фаза С, тип дефекта E2 (корона) - вероятность 100%)

REPORT - PRPD Pattern Classification (Rotating Machines)

G1/Winding/C

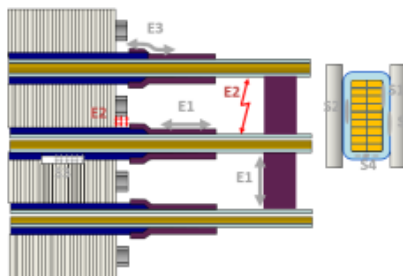
08.10.2019 8:06

Clustering:



State: PD source is defined (probabilistic decision)
 PD Source: (Defect E2) End-winding discharges/sparking

This type of activity will occur between two bars in the winding overhang, or between a bar and the press finger or sharp edges of the stator core. The main characteristic of a gap-type discharge activity is a horizontal cloud of PD pulses of relatively constant amplitude, present in both polarities of the voltage.



Knowledge-based Analysis

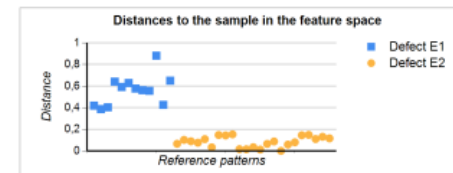
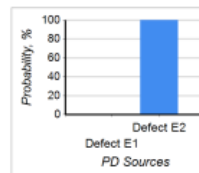
The following PRPD attributes contribute to the following decision:

Attribute Name	Attribute Value
Pulse-charge variation on positive half	Narrow
Pulse-charge symmetry on positive half	Bottom-biased
Pulse-charge behavior on positive half	Peaking
Polarity ratio	Equal polarity
Pulse-phase symmetry on positive half	Left-biased
Charge-phase regularity on positive half	Not flat
Charge-phase symmetry on positive half	Right-biased

Deterministic decision is not achieved. A particular pattern recognition is applied to complete the analysis.

Pattern Recognition (PatRec5)

PD Source	Short Name	Probability
End-winding surface discharge / tracking	Defect E1	0%
End-winding discharges/sparking	Defect E2	100%



Probabilistic decision is achieved.

Заключение

- Непрерывный мониторинг ЧР обмоток статора на больших генераторах оказался важным диагностическим инструментом для технического обслуживания, основанного на состоянии, и повышения их надежности.
- На основании результатов мониторинга ЧР, полученных до и после технического обслуживания машины, можно оценить эффективность программы технического обслуживания и правильно спланировать будущее техническое обслуживание.
- Универсальный блок регистрации ЧР может использоваться для измерений ЧР на различных типах вращающихся машин.
- Модульная распределенная система программного обеспечения для мониторинга обеспечивает надежное долгосрочное хранение данных мониторинга и обеспечивает доступ через веб-интерфейс для подробной оценки данных.
- Основным ключом к выполнению соответствующей диагностики состояния изоляции является точное отделение и идентификация различных источников ЧР от шума. Чтобы достичь этого, могут применяться методы синхронной многоканальной оценки 3PARD.

