

**Диагностика кабельных
линий методом измерения
частичных разрядов**

ДИАГНОСТИКА

Диагностические методы должны быть неразрушающими! Остаточный ресурс службы кабеля не должен уменьшаться.

Испытательное напряжение должно воздействовать на кабель в течение как можно более короткого времени и быть не выше, чем уровень $2 U_0$ (номинальное напряжение фаза - земля)

Диагностическая информация должна обладать повторяемостью, быть непосредственно связанной с условиями эксплуатации кабеля и/или рассчитываться с помощью физического моделирования

ИСПЫТАНИЯ

Целью является определение слабых мест в кабельных системах

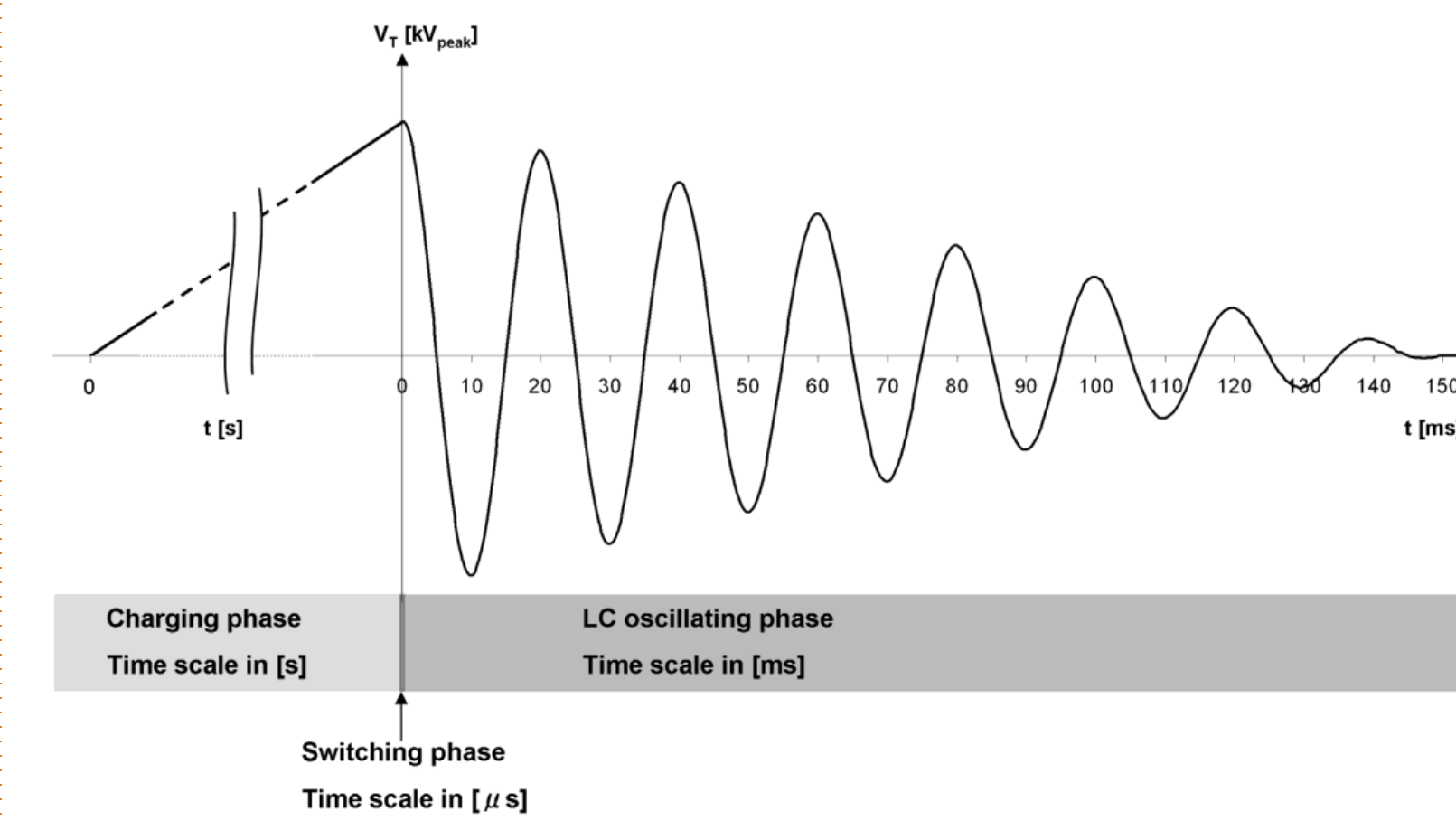
- механические повреждения
- одиночные большие водяные триинги, снижающие надежность эксплуатации кабелей
- серьезные ошибки монтажа, которые могут привести к отказу сразу после включения кабеля в эксплуатацию

Испытание напряжением сверхнизкой частоты 0,1 Гц является общепринятым проверенным методом

Различные формы напряжения, используемые для диагностики методом измерения частичных разрядов

- Диагностика ЧР с помощью резонансных систем на частотах в диапазоне 20 – 300 Гц
- Диагностика ЧР на частотах, приближенных к рабочим (20 – 300 Гц) с помощью затухающего переменного напряжения (DAS) в соответствии с IEEE400.4
- Диагностика ЧР с помощью напряжения СНЧ синусоидальной формы на частоте 0,1 Гц
- Диагностика ЧР на частотах, приближенных к рабочим (20 – 300 Гц) с помощью напряжения СНЧ косинус-прямоугольной формы (50 Гц Slope)

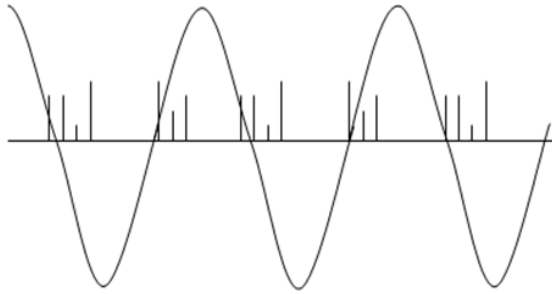
ДАС – Затухающее переменное напряжение



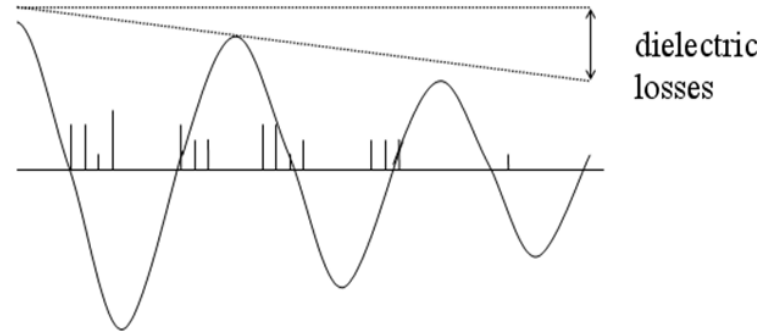
Частота ДАС: 20 ... 300 Гц

Сравнение результатов измерения ЧР при использовании переменного напряжения и напряжения ДАС

continuous sinusoidal AC (20-300Hz)



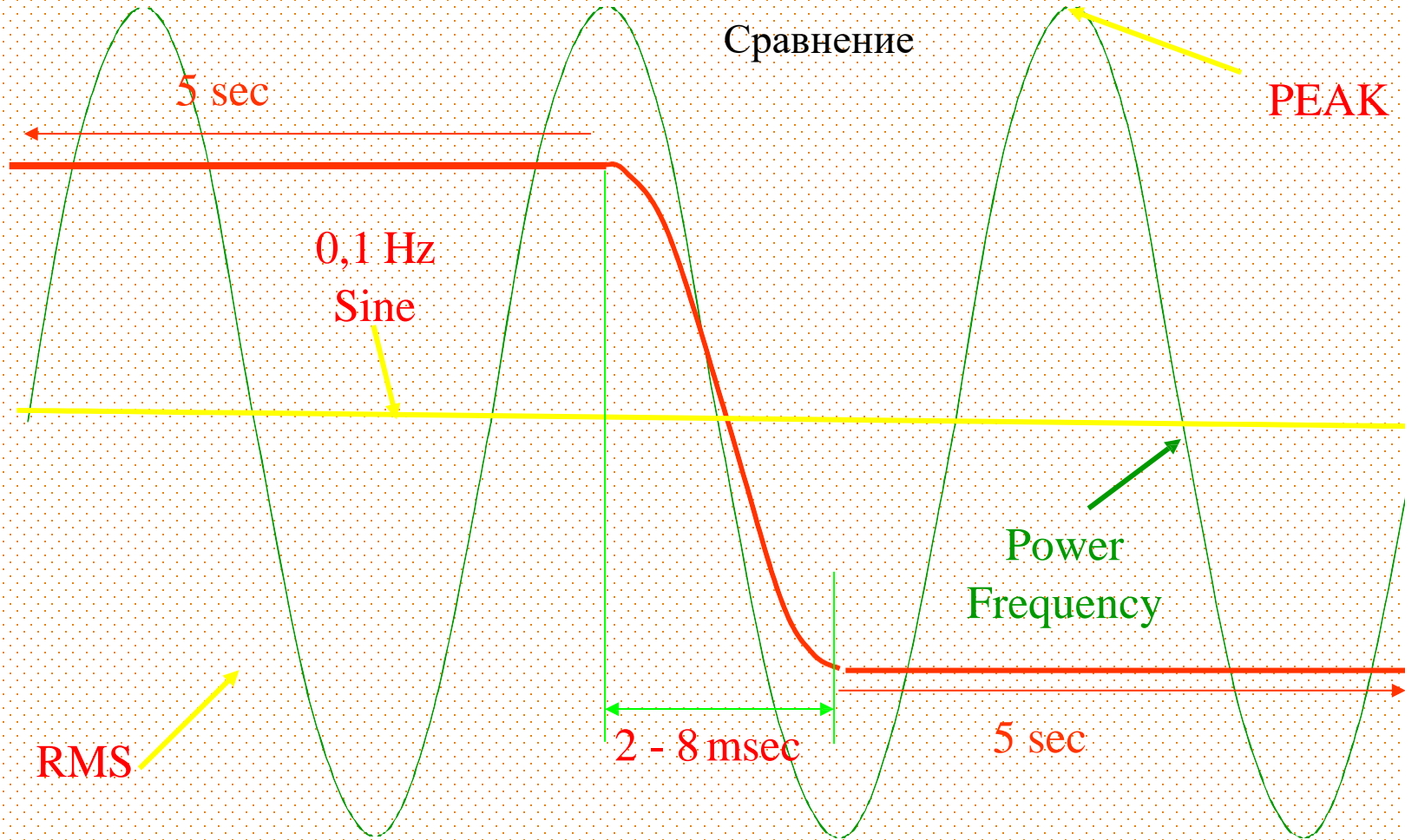
damped sinusoidal AC (20-300Hz)



PD inception voltage PDIV	≈	PD inception voltage PDIV
PD extinction voltage PDEV	≈	PD extinction voltage PDEV
PD level in [pC]	≈	PD level in [pC]
PD pattern information	<	PD pattern information
Test over-voltage destructiveness	>	Test over-voltage destructiveness
Dielectric losses	≈	Dielectric losses

Таким образом, при технологии ДАС измеренные данные сопоставимы с рабочей частотой

Использование различных форм напряжения для измерения частичных разрядов



Недостатки измерения ЧР на синусоиде 0.1 Гц СНЧ Sin 0.1Гц в сравнении с 50 Гц

При использовании напряжения СНЧ Sin 0.1 Гц для диагностики ЧР разница по сравнению с частотой сети достигает кратности **500/ 600** раз.

При последующем снижении испытательной частоты до 0.01Гц это отношение может увеличиться до 5000/ 6000 раз!

Такое отличие частоты имеет принципиальное влияние на характеристики измеренных ЧР, они не могут быть более сравнимы с таковыми при частоте 50 Гц.

Поэтому возможность принятия достоверного решения при использовании СНЧ Sin 0,1 Гц становится весьма сомнительной.

Практический опыт показывает, что при использовании напряжения СНЧ Sin 0.1 Гц идентифицируются максимально 75% дефектов. Это значит, что остальные 25% остаются неразпознанными! Однако они могут быть использованы для выявления грубых дефектов изоляции и ошибок монтажа

Значение формы испытательного напряжения

Примеры PDIV и ЧР при диагностике на частоте 50 Гц и 0,1 Гц

**XLPE кабель 12/20 кV (1992) ; длина 1605 м ;
Уровень ЧР (370 pC) в муфте на расстоянии 850 м**

Переменное напряжение 50 Гц :

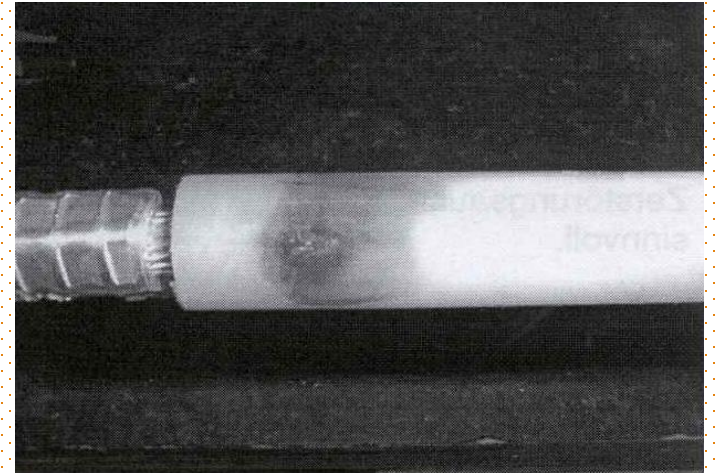
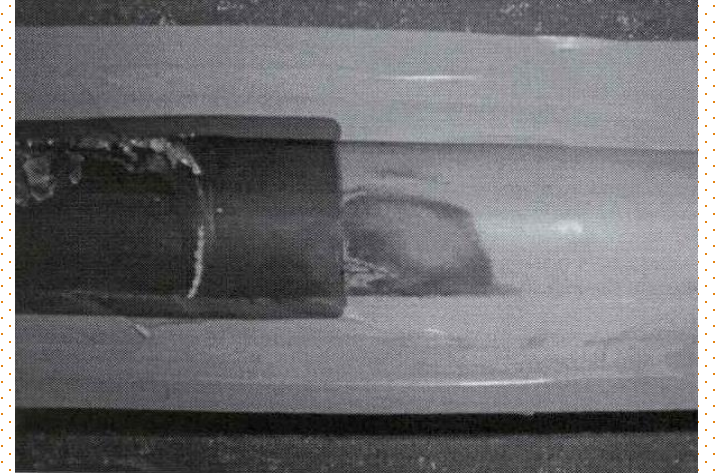
$$\text{PDIV} < U_0 = 12 \text{ кВ}$$

Переменное напряжение 0,1 Гц :

$$\text{PDIV} > 2 U_0 = 24 \text{ кВ}$$

**В два раза выше, чем при 50 Гц!
Нет соответствия нормальным
условиям эксплуатации**

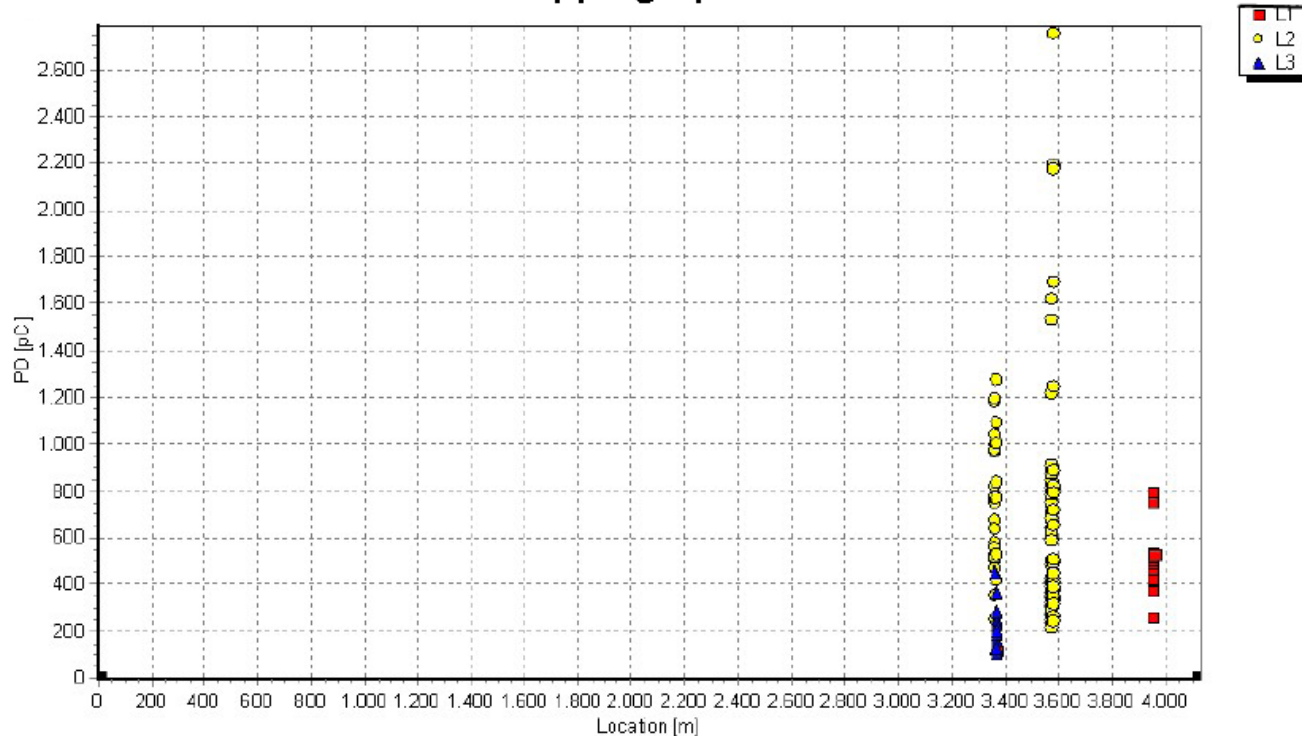
- Следы ЧР и повреждений возникли при эксплуатации при напряжении U_0
- PDIV скользящих и поверхностных ЧР сильно зависит от формы испытательного напряжения



Преимущества DAS по сравнению с СНЧ sin

Сравнительные измерения 0.1Гц и DAS (измерения осуществлялись в один день):

PD Mapping up to 1.7 U0



Результаты DAS
ЧР зафиксированы на:

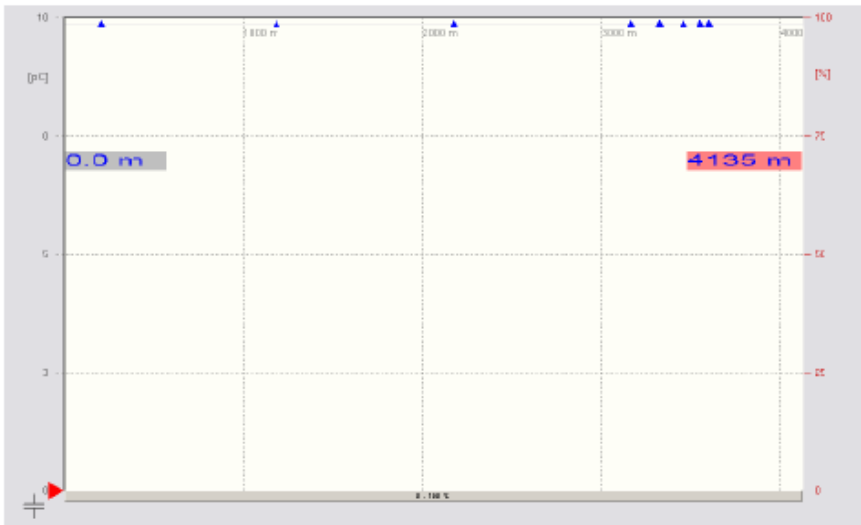
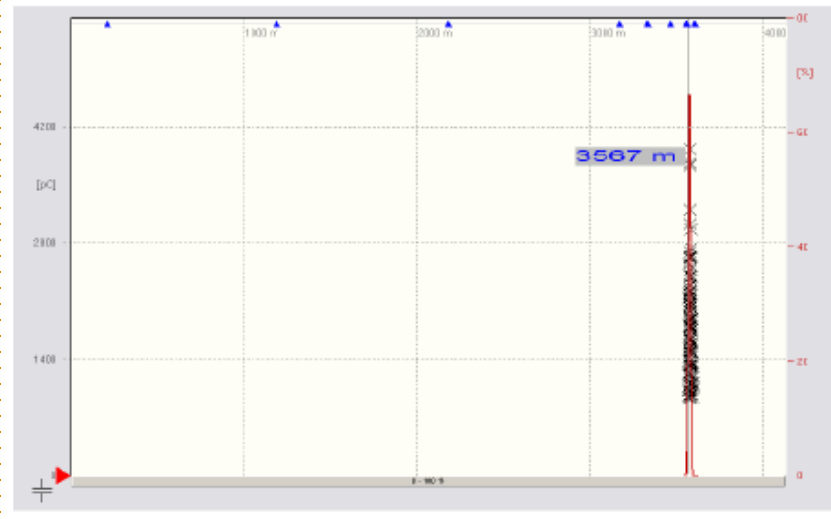
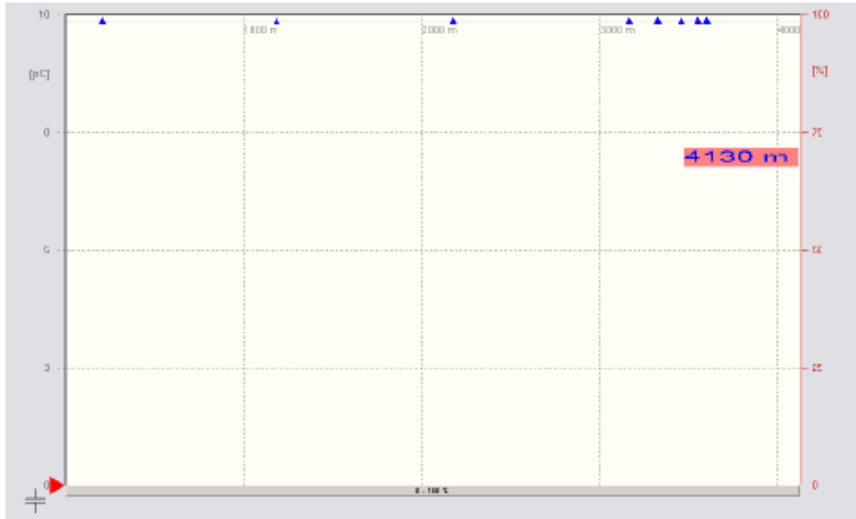
L1 @ 4 км

L2 @ 3.4 км и 3.6 км

L3 @ 3.4 км

Результаты измерений DAS

Результаты измерений на напряжении СНЧ Sinus 0.1 Гц



Карта ЧР до 2U0 @ 0.1 Гц

PD зафиксированы на:

L1 нет ЧР

L2 @ 3.6 км

L3 нет ЧР

Большие различия по сравнению с DAC

Комбинированные установки для испытания и диагностики кабельных линий

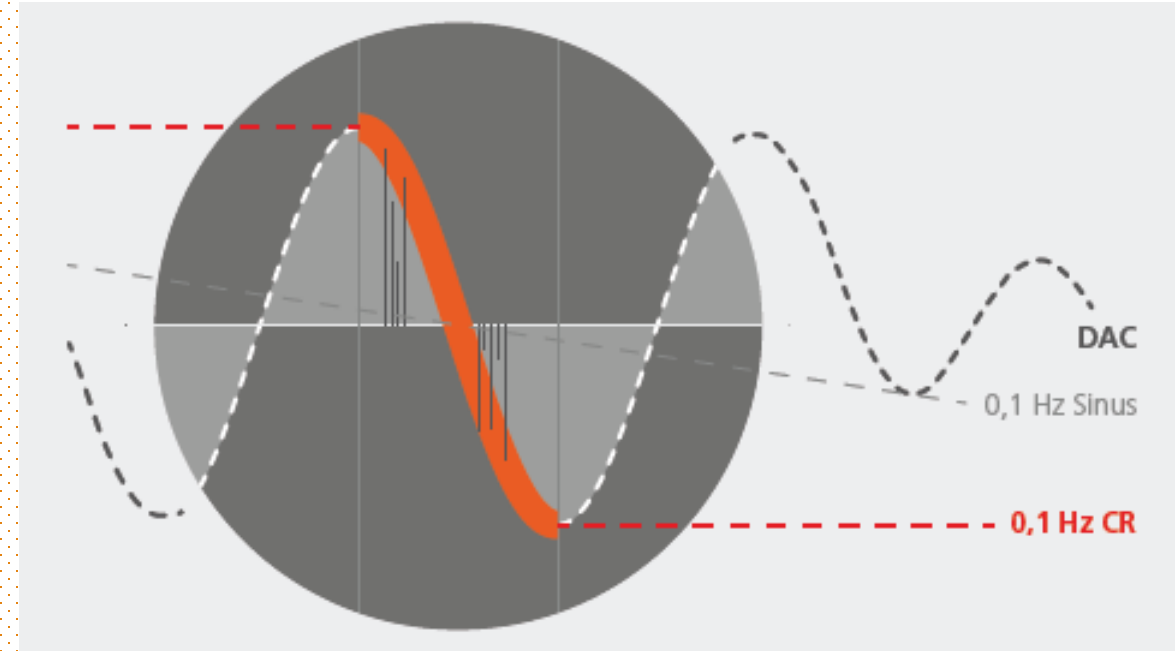


Выдаваемые напряжения:

СНЧ CR,
СНЧ SIN*
DAC,
DC

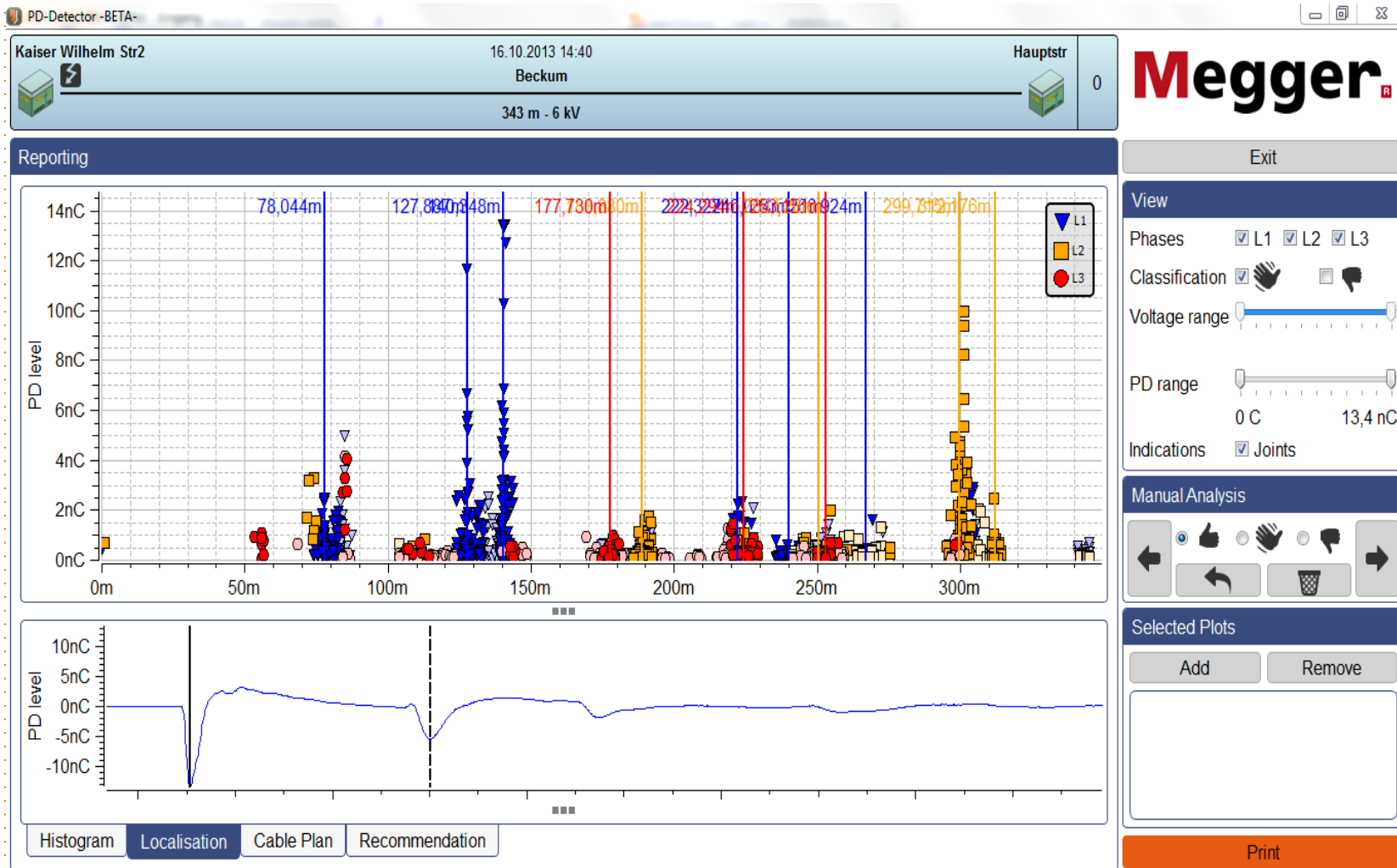
Диагностика:

- измерение ЧР на частотах вблизи 50 Гц
- мониторинг ЧР во время испытаний,\
- измерение токов утечки в изоляции и оболочке
- измерение $\tan \delta$ *



Технология 50 Гц Slope

Автоматизированная обработка при измерении ЧР



Настройки для
индикации
результатов

Настройки для
ручного анализа

Вопросы?

Спасибо за внимание!