

# Измерения для оценки состояния изоляции.

## Автономный анализатор частичных разрядов «ICMcompact»



Автономный анализатор «ICMcompact» является одним из приборов линейки разнообразных цифровых детекторов, используемых при измерении состояния изоляции методом регистрации и измерения частичных разрядов. Приборы этого типа предназначены для диагностики электросилового оборудования. Этот компактный анализатор автономного типа предназначен для оценки технического состояния средне- и высоковольтной изоляции. «ICMcompact» часто используется для обеспечения и контроля качества в процессе производства, но также может быть применен для выполнения нетрадиционных задач контроля, например, для контроля и диагностики оборудования в полевых условиях в комплекте с разнообразными преусилителями и блоками сопряжения.

### Автономный анализатор

Метод измерения частичных разрядов (ЧР) является методом неразрушающего контроля (НК), эффективность которого для оценки состояния электроизоляции доказана результатами применения. Компактный автономный анализатор «ICMcompact» для диагностики электросилового оборудования имеет простой кнопочный интерфейс, на экране ЖК-дисплея, встроенного в корпус, выводятся панели меню. Режимы работы ЖК-дисплея включают: режим работы в качестве простого измерителя ЧР с регулируемой чувствительностью «иглы» (игольчатого разрядника); режим построения шаблонов распределения ЧР по разрешенной фазе регистрации (данный режим позволяет определить характер дефектов); и режим осциллографа, когда на экран можно вывести изображение суммированных по

фазе ЧР, наложенных на синусоидальную волну.

Не смотря на то, что компактный анализатор ЧР «ICMcompact» предназначен для автономного применения, он может быть подключен к компьютеру, в котором установлено программное обеспечение (ПО) «Power Diagnostix (Диагностика энергетического оборудования)», позволяющее получить снимки экрана (скриншоты) или организовать дистанционное управление прибором.

### Области применения

Анализатор обеспечивает мгновенное отображение информации в интуитивно понятном интерфейсе и является хорошим выбором как при испытаниях для контроля качества на предприятиях, производящих электротехнические изделия, так и для обеспечения качества оборудования на

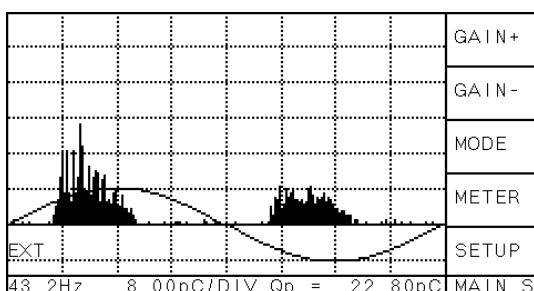
промышленных и электроэнергетических предприятиях, включая проверку конденсаторов и проходных изоляторов КРУ с газовой изоляцией, трансформаторов напряжения, силовых и генераторных станций и т.п.

В комплекте с анализатором «ICMcompact» могут быть поставлены разнообразные принадлежности, которые позволят использовать систему при различных типах испытаний и в условиях различных помех (шумов).

Полоса пропускания измерений анализатора ЧР «ICMcompact» зависит от выбранного рабочего режима. При работе в режиме усиления (AMP) верхний предел полосы ограничен 800 кГц, в режиме анализа спектров (SPEC) это 10 МГц, а в режиме усиления с использованием предусилителя (AMP с RPA2) это 20 МГц. Измерения на более высоких частотах не имеют смысла из-за ослабления сигнала в контролируемом объекте. Например, на частоте 100 МГц можно выявить только те источники ЧР, которые расположены вблизи соединительной коробки.

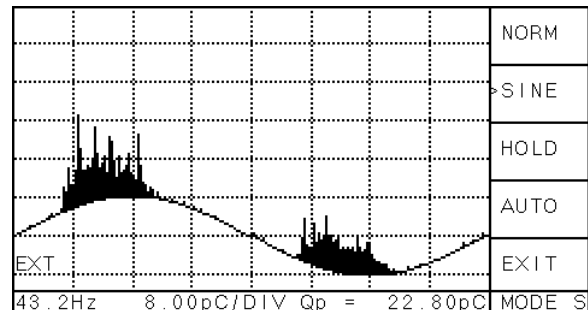
Автономный анализатор ЧР «ICMcompact» с блоком цифрового запоминающего осциллографа (DSO - поставляется по отдельному заказу) позволяет с помощью зарегистрированных ЧР локализовать дефекты в силовых кабелях. При измерениях коэффициента отражения совмещенных прямого и отраженного испытательных сигналов (метод динамической рефлектометрии), когда ЧР и его «эхо» в процессе испытаний перемещаются вдоль контролируемого кабеля, анализатор «ICMcompact» позволяет определить по ЧР пропорциональное расстояние до места повреждения вдоль кабеля.

### Стандартные режимы работы дисплея

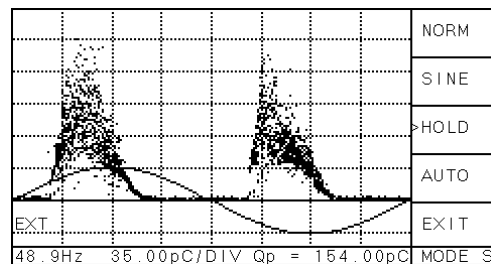


В стандартной конфигурации анализатор «ICMcompact» предназначен для работы с

четырьмя основными режимами дисплея. В осциллографическом режиме (Scope) на дисплее отображаются максимальные пиковые значения ЧР по фазе. Скорость возобновления информации примерно пять (5) изображений в секунду, что

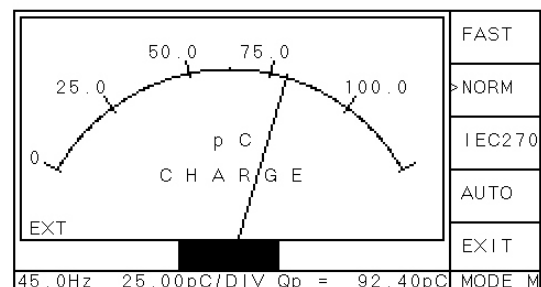


обеспечивает хорошее представление активности ЧР (нарастание или убывание). Также импульсы ЧР могут быть наложены на график синусоидальной волны, как показано на рисунке выше.



Для получения шаблона распределения ЧР в зависимости от фазы можно использовать имеющуюся в системе функцию «Временно сохранить (hold)». При этом на графе отображается каждый ЧР импульс в соответствии с его амплитудой и положением фазы.

Для визуализации активности ЧР, как это делалось ранее с помощью аналоговых измерителей ЧР, можно воспользоваться ниже представленным режимом работы

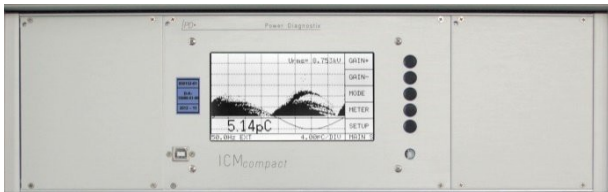


дисплея. В соответствии с требованиями, предусмотренными стандартом IEC60270, в анализаторе в режиме измерителя реализованы три режима.

## Три различных варианта конструктивного исполнения

Анализатор «ICMcompact» имеет три различных варианта исполнения корпуса:

- Настольный вариант ½ 19" или 19"
- 19" версия для установки в стойку
- Прочный защитный чемодан (кейс) для наружного применения в жестких условиях.



19" версия для установки в стойку

## Параметры и режимы работы дисплея, реализуемые по дополнительному заказу

### а) Анализатор спектров ЧР

Изучение частотного спектра сигнала ЧР сильно зашумленного помехами позволяет выбрать частотную полосу, в которой количество искажений меньше. Использование выбранной частоты для сбора данных о ЧР позволяет существенно повысить соотношение сигнал-шум, что, в конечном итоге, позволяет получить четкий шаблон-распределение измеренных ЧР. Комбинация спектроанализатора и детектора ЧР в рамках одного прибора открывает широкие новые возможности анализа дефектов изоляции, даже при наличии высокого уровня шума.

Режим спектрального отображения (SPEC) позволяет получить частотный спектр входного сигнала в выбранном интервале в диапазоне до 10 МГц. Три кривых спектра могут быть сохранены в памяти для выбранного и активного в текущий момент времени входного канала, сравнены и проанализированы. Переменный курсор служит для установки центральной частоты в процессе накопления данных измерений для получения шаблона распределения ЧР.

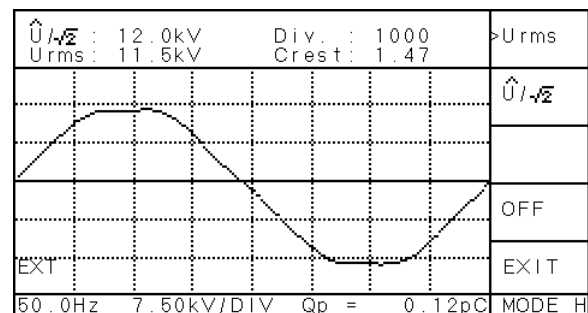
### б) Локализация повреждений в кабеле (CFL)

Эта опция позволяет производить выборку

импульсов ЧР и их отражений распространяющихся по высоковольтным кабелям для определения места повреждения кабеля. Функция DSO, реализуемая с помощью блока цифрового запоминающего осциллографа, обеспечивает частоту выборки (опроса) в 100 MSamples (100 млн.выборок (замеров в секунду)) с разрешением 10 нс (т.е. частота дискретизации 100 МГц). Дополнительный режим работы дисплея с функциями настройки курсора и масштабирования позволяет локализовать повреждения непосредственно на месте проведения измерений. Расширенная версия программного обеспечения предоставляет больше возможностей для оценки и точного определения места повреждения с помощью ПК или ноутбука.

### с) Измерение напряжения

Благодаря наличию платы с расширенными возможностями обеспечивается получение кривой формы напряжения. 16-ти разрядное АЦП регистрирует около 200 значений за цикл с учетом полярности. Еще в одном режиме работы дисплея на экран можно вывести кривую напряжения и вычисленные для напряжения величины СКЗ и пикового значений. Данная функция с помощью программного обеспечения позволяет записать величины ЧР и напряжения, т.е. использовать эти значения для приемочных испытаний или контроля качества.



### д) Аналоговое селектирование

Это дополнительная функция для подавления шума. Эта функция, аппаратно встроенная в ПЗУ, позволяет использовать новое подменю для настройки параметров селектирования (стробирования).

### е) 4-х канальный мультиплексор

Данный блок, поставляемый по отдельному заказу, предназначен для контроля трехфазного оборудования, например, силовых трансформаторов.

Многоканальный мультиплексор позволяет в ручном режиме переключаться между четырьмя различными источниками ЧР сигналов. Для каждого канала прибор поддерживает индивидуальную настройку и калибровку.

f) 12-ти канальный мультиплексор

Данный, поставляемый по отдельному заказу блок, имеет встроенный 12-ти канальный мультиплексор или дистанционную 12-ти канальную распределительную коробку. Он предназначен для приемочных испытаний крупных силовых трансформаторов. Блок обеспечивает индивидуальную настройку и калибровку для каждого канала.

g) Вспомогательные (добавочные) входы

Для проведения долгосрочных испытаний можно использовать четыре добавочных входа, сигналы, поступающие на данные входы, обеспечивают сохранение в памяти данных о, например, напряжении, температуре, давлении и т.п. Уровни сигналов для этих входов либо 4–20 мА, либо 0–10 В.

h) Измерение напряжения радиопомех (RIV)

Данная дополнительная опция позволяет с помощью прибора измерить напряжение шумовой наводки (радиопомех). Для реализации данной функции необходимо чтобы в приборе был режим спектрального анализа и анализатор был оснащен 4-х канальным мультиплексором, поставляемым по отдельному заказу.

i) Блок для работы с локальной сетью (ЛС)

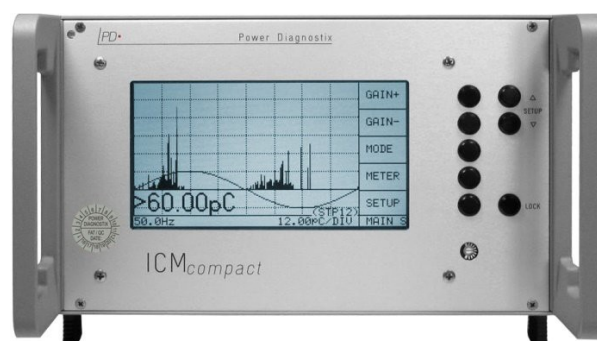
Для подключения к внутренней сети Интранет анализатор «ICMcompact» оснащен соединителем типа RJ45 LAN (используется для подключения к сети 10baseT через витую пару или для подключения через антенну к беспроводной сети БЛС (альтернативный вариант)). Анализатор «ICMcompact» поставляется с предварительно настроенным IP адресом.



Анализатор «ICMcompact» с антенной БЛС (WLAN)

j) Дополнительные настройки

Если прибор часто используется в разных местах, вспомогательная функция STP12 позволяет сохранить до 12 различных настроек. В таком случае на передней панели добавляются три дополнительные кнопки, которые обеспечивают переключение между различными настройками.



Анализатор «ICMcompact» реализующий возможность дополнительных настроек

к) Модем

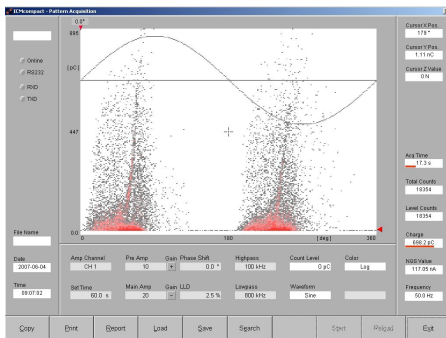
Через модем, встроенный в анализатор, обеспечивается связь с анализатором по аналоговой телефонной линии связи.

l) Работа от аккумуляторной батареи

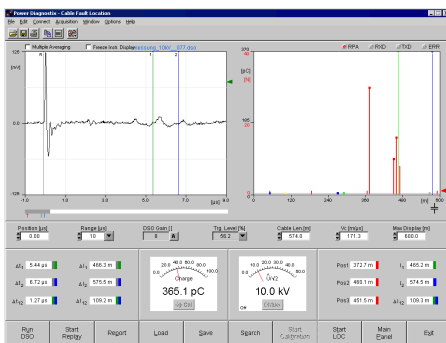
Встроенная аккумуляторная батарея обеспечивает трех часовую работу анализатора без подключения к питающей сети. Аккумуляторная батарея заряжается при подключении анализатора к электросети.



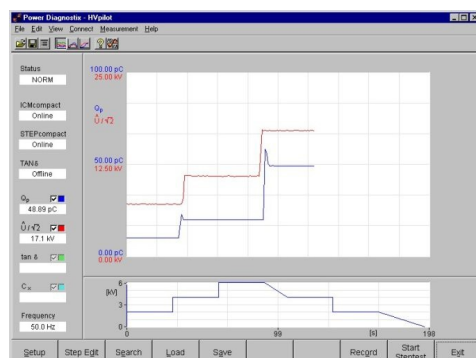
## Имеющееся программное обеспечение (ПО)



Через последовательный интерфейс анализатор может быть подключен к ПК или ноутбуку. На рисунке выше представлен экран с панелью меню стандартного ПО для считывания данных на дисплее и сохранения пиковых значений ЧР или напряжения. На следующем рисунке показана панель меню расширенного пакета ПО, позволяющего определить места повреждения кабеля.



Для применения «ICMcompact» в полномасштабном режиме испытаний можно использовать ПО «HVpilot». Это ПО считывает данные с различных приборов и в автоматическом режиме проводит испытания методом ступенчато изменяемого напряжения.



## Технические характеристики

Сетевое питание: 90–264 В<sub>перем.тока</sub>, 47–440 Гц (автоматическое)

Линейный предохранитель: 1.6А (инерционный)

Потребляемая мощность: ~40 ВА

Аккумулятор (доп.заказ): 3 ч непрерывной работы

Тип дисплея: ЖК-дисплей с задн.подсветк.

Габариты дисплея: 120 мм x 64 мм

Разрешение дисплея: 128 x 240 пикселей, ч/б

Режим работы: 5 меню, переключение кнопками

5 фиксированных функциональных кнопок при многоканальном исполнении или дистанционное управление через ПО

Выход для подключения: 0–10 В при R<sub>0</sub>=100 Ω регистратора (повторное преобразование измеренного значения в аналоговую форму)

Темпер. эксплуатации: от плюс 10 до плюс 40 °С (без конденсата)

Входной импеданс: 50 Ω || 50 пФ (AMPIN)

АЦП (ЧР): 8 бит (однополярн) / ±7бит (двухполярное)

Габариты: 236 x 133 x 300 мм<sup>3</sup> (Ш x В x Г)  
(настольная модель, только ВНС-разъемы)

305 x 144 x 270 мм<sup>3</sup> (защитный кейс, в закрытом виде)

305 x 360 x 270 мм<sup>3</sup> (защитный кейс, в открытом виде)

482.5 x 133 x 345/310 мм<sup>3</sup> (19" вариант для установки в стойке)

Масса: ~ 4 кг (для модели ½ 19")

~ 4.4 кг (защитный кейс)

### Стандартный режим контроля ЧР

Нижн. частота среза (-6 дБ): 40, 80 или 100 кГц (управление через ПО)

Верхн. частота среза (-6 дБ): 250, 600 или 800 кГц (управление через ПО)

Входная чувствительность: < 500 мкВ<sub>сскз</sub> / 5 пКл (без предусилителя)

Диапазон коэфф.усиления: 1, 2, 4, 8, 10, 20 ..., 200, 400, 800

Предусилитель

Входной импеданс:

RPA1/RPA1D: 10 кΩ || 50 пФ

RPA1L/RPA1H: 1 кΩ || 50 пФ

RPA2 / RPA3: 50 Ω || 50 пФ

Чувствительность по входу:

RPA1/RPA1D: < 50 мкВ<sub>скз</sub> / 0.03 пКл

RPA1L: < 15 мкВ<sub>скз</sub> / 0.02 пКл

RPA1H: < 40 мкВ<sub>скз</sub> / 0.05 пКл

RPA2: < 800 мкВ<sub>скз</sub> / 1 пКл

RPA3: < 2 мкВ<sub>скз</sub>

Полоса пропускания:

RPA1/RPA1D: 40–800 кГц

RPA1L/RPA1H: 40 кГц – 20 МГц

RPA2: 2–20 МГц

RPA3: 200 МГц – 1 ГГц

Синхронизация / высоковольтный режим (HVM)

Частота синхронизации: 6–505 Гц / ОНЧ (VLF)  
(0.02/0.05/0.1 Гц)

Максимальное напряжение: 200 V<sub>пик</sub> (140 V<sub>скз</sub>),  
100 V<sub>скз</sub> номинальное

Входной импеданс: 10 MΩ V<sub>скз</sub>

АЦП: ±15 разрядов (бит)

Погрешность: среднестатистическая < 1.5 %

Спектральная функция

Чувствительность по входу: < 5 мкВ<sub>скз</sub> / 0.5 пКл  
(полоса 270 кГц)  
< 1 мкВ<sub>скз</sub> / 2 пКл  
(полоса 9 кГц)

Макс. входное напряжение: 120 мкВ<sub>скз</sub> (полоса  
270 кГц)

5 мВ<sub>скз</sub> (полоса 9 кГц)

2.5 мВ<sub>скз</sub> (режим RIV\*)

Частотный диапазон: 10 кГц – 10 МГц  
(с шагом 10 кГц)

Полоса пропускания: 9 кГц или 270 кГц

Погрешность: среднестатистическая < 5%

Локализация повреждения кабеля (CFL)

Сигнал запуска: от 0 до 100 % входного  
сигнала с шириной  
шага 3,125 %

АЦП: ± 7 разрядов (бит)

Выборки: 100 млн выборки  
(MSamples (MS)) в  
секунду (T<sub>выборки</sub> = 10 нс)

Сниженная частота выборки: 50 MS, 25 MS

Отображаемое временное окно: 200 ... 8000  
выборки  
(2 ... 80 мкс при 100 MS /  
8 ... 320 мкс при 25 MS)

Длина образца кабеля: от 10 до 5000 м для 80  
мкс и скорости распространения v<sub>c</sub>=140 м/мкс

(Использование режима локализации повреждений кабеля (CFL)  
на кабелях длиной > 5000 м невозможно из-за затухания  
импульса)

Точность локализации: 1 м + 0.1 % от длины  
кабеля

Имеющиеся интерфейсы связи

USB 2.0

Bluetooth

ВОЛС (Оптоволоконный последовательный)  
канал LAN

RS232 (57.6 кБит/сек)



Обратная сторона анализатора  
«ICMcompact» с мультиплексором MUX4,  
интерфейсом RS232 и блоком функции  
измерения RIV

(\*) RIV – режим измерения напряжения  
радиопомех