Система мониторинга частичных разрядов

TOPAZ ЧР

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

ПЛСТ.412231.001 РЭ

МОСКВА 2024

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ 3
2 ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ 3
2.1 Назначение изделия 3
2.2 Модификации и условные обозначения 4
2.3 Технические характеристики 4
2.4 Устройство и работа 5
2.4.1 Назначение индикаторов, кнопок и клемм 8
2.5 Конфигурирование устройства 9
2.5.1 Подключение через серийную консоль 10
2.5.2 Подключение через порт Ethernet по протоколу SSH 11
2.6 TOPAZ Plugin ЧР 11
3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ 13
3.1 Эксплуатационные ограничения и меры безопасности 13
3.2 Монтаж 13
3.2.1 Установка измерителя ЧР 14
3.2.2 Подключение питания 14
3.2.3 Монтаж датчика частичного разряда 15
3.2.4 Монтаж датчика Роговского 16
3.2.5 Монтаж датчика ВЧ-4РА-HV 17
3.2.6 Установка датчика АК 17
3.2.7 Подключение датчиков 18
4 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ 22
5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ 22
6 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ 23
7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ 24
8 УТИЛИЗАЦИЯ 24
ПРИЛОЖЕНИЕ А (Внешний вид устройства) 25

1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления со сведениями о конструкции, принципе действия, технических характеристиках комплексной системы непрерывного мониторинга частичных разрядов (далее по тексту – система), ее составных частях, указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации системы, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования, а также схемы подключения системы к измерительным цепям, цепям питания, телесигнализации.

Перед началом работы с системой необходимо ознакомиться с настоящим РЭ.

2 ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

2.1 Назначение изделия

Система «TOPAZ ЧР» предназначена для непрерывного контроля состояния изоляции кабельных линий под рабочим напряжением. Принцип работы системы основан на анализе импульсов частичных разрядов (ЧР) внутри изоляции силового кабеля и концевых и соединительных муфт.

Система состоит из следующих частей:

- измерителя частичных разрядов TOPAZ ВЧ (далее – измеритель);
- датчиков фазового угла (далее – датчики промышленной частоты и фазы);
- датчиков частичных разрядов (тип определяется кодировкой, см. подраздел 2.2).

2.2 Модификации и условные обозначения

TOPAZ ВЧ-□ – 1GTx – □ – □ – □

Количество и тип ВЧ датчиков

3HF – 3 ВЧ датчика, 1 канал для датчика фазового угла
6HF – 6 ВЧ датчиков, 2 канала для датчика фазового угла
3AC – 3 АК датчика, 1 канал для датчика фазового угла
3AC – 6 АК датчиков, 2 канала для датчика фазового угла
3HF-3AC – 3 ВЧ дачтчика, 3 АК датчика, 2 канала для датчика фазового угла

Количество интерфейсов Ethernet

1GTx – один порт Ethernet типа RJ-45, 1000 Мбит/с

Исполнение по питанию

LV – вход питания 24 В (DC)
HV – вход питания 220 В (AC/DC)

Тип соединения датчика

SMA – тип соединения датчика SMA-SMA
BNC – тип соединения датчика BNC-SMA

Тип датчика фазового угла

PA – датчик Роговского (ВЧ-PA)
4PA – датчик ВЧ-4PA-HV

Примеры записи обозначения типовых вариантов:

TOPAZ ВЧ-6HF-1GTx-LV-SMA-PA – устройство с 6 высокочастотными датчиками (SMA-SMA), датчик фазового угла ВЧ-PA (датчик Роговского); напряжение питания 24 В (DC);

TOPAZ ВЧ-6AC-1GTx-HV-BNC-4PA – устройство с 6 акустическими датчиками (BNC-SMA), датчик фазового угла ВЧ-4PA-HV; напряжение питания 220 В (AC/DC).

ВНИМАНИЕ! ВЫБРАННОЕ ИСПОЛНЕНИЕ НЕОБХОДИМО В ОБЯЗАТЕЛЬНОМ ПОРЯДКЕ СОГЛАСОВЫВАТЬ С ПРОИЗВОДИТЕЛЕМ.

2.3 Технические характеристики

Технические и метрологические характеристики устройства приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Технические характеристики устройства

Характеристика	Значение
Габаритные размеры (ШхВхГ), мм	345x123x125
Диапазон рабочих температур эксплуатации, °С	от -40 до +60
Частота дискретизации, МГц	200
Полоса пропускания, МГц	100
Усиление, дБ	от 0 до 40
Разрешение синхронизации	32 бит (12,5 нс)
Средний срок службы, лет	30
Исполнение по питанию LV	
Напряжение питания, В	от 18 до 30
Потребляемая мощность, Вт, не более	50
Исполнение по питанию HV	
Напряжение питания, В	от 90 до 265 (AC)

Характеристика	Значение
	от 120 до 365 (DC)
Потребляемая мощность, Вт, не более	50

Таблица 2 – Метрологические характеристики устройства

Характеристика	Значение
Диапазон измерений кажущегося заряда, пКл	от 10 до 10000
Частота импульсов кажущегося заряда, Гц	от 100 до 10000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений кажущегося заряда, %	±10

Таблица 3 – Технические характеристики датчиков

Характеристика	Значение
Датчики промышленной частоты и фазы	
Синхронизация частоты, Гц	от 10 до 1000
Датчики ЧР	
Ширина спектра, МГц	от 0,5 до 100
Чувствительность к частичным разрядам, пКл, не менее	1
Эксплуатационные характеристики датчиков	
Рабочий диапазон температуры кабеля, ˚С	от -60 до +100
Рабочая температура окружающей среды, ˚С	от -60 до +70

2.4 Устройство и работа

Измеритель ЧР представляет собой устройство анализа и оценки интенсивности и распределения импульсов ЧР. Измерение производится при помощи специализированных датчиков, представляющих собой высокочастотные трансформаторы тока, установленные на проводнике заземления экрана кабеля, в разрыве цепи заземления, или в цепи заземления емкостного датчика. Измеритель обеспечивает возможность эффективно отстраиваться от наводок высокочастотных помех на контролируемый объект.

Для регистрации ЧР используются следующие виды датчиков:

- высокочастотный датчик (ВЧ датчик);
- акустический датчик (АК датчик).

Конкретный тип датчика промышленной частоты и фазы выбирается производителем исходя из типа и особенностей контролируемого оборудования. В качестве датчика промышленной частоты и фазы могут использоваться следующие виды датчиков:

- датчик Роговского;
- датчик ВЧ-4РА-HV.

Измеритель ЧР также осуществляет диагностику ЧР и контроля состояния концевых и промежуточных соединительных муфт высоковольтных кабельных линий. Диагностика осуществляется на основе регистрации и анализа ЧР акустическим методом, имеющим высокую чувствительность при поиске дефектов в изоляции любого типа. Из-за интенсивного затухания акустических сигналов по длине кабеля, зона чувствительности акустических датчиков обычно не превышает ±1 метр.

Зона реальной чувствительности частичных разрядов в высокочастотном диапазоне может достигать нескольких километров в обе стороны от датчика. Это расстояние зависит от уровня внешних высокочастотных помех, наведённых в кабельную линию. В связи с этим ниже представлены рекомендации по размещению датчиков и измерителей частичных разрядов:

- Если протяжённость кабельной линии составляет до 2 километров, то нужен один измеритель с комплектом датчиков. Его устанавливают с одной стороны проверяемой линии, желательно там, где экран линии заземлён без использования ограничителя перенапряжений.

- Если протяжённость кабельной линии составляет от 2 до 4 километров, то нужно установить датчики и измеритель на обеих сторонах линии.

- Если протяжённость кабельной линии превышает 4 километра, то датчики и измеритель нужно размещать не только на концах линии, но и в её промежуточных точках. В таком случае, оборудование размещают в специальных шкафах и колодцах, где соединяются экраны фазных кабелей. Конкретные места установки определяются проектом прокладки кабельной линии. Расстояние между точками размещения выбирается так, чтобы обеспечить эффективную компенсацию токов в экранах, и обычно составляет от 2 до 4 километров.

Эти рекомендации по применению относятся к кабельным линиям, которые работают при достаточно сильных, но не максимальных помехах высоких частот. В реальности состав, количество и расположение датчиков и измерителей для кабельных линий могут отличаться. В каждом случае есть свои особенности.

Описание работы индикаторов устройства приведено в таблице 4. Назначение клемм устройства приведено в таблице 5. Назначение портов измерения SMA и схемы подключения датчиков описаны в разделе 3.2.7. Внешний вид устройства представлен в приложении А.

а) Модуль питания 24 В (DC)

б) Модуль питания 220 В (AC/DC)

Рисунок 1 – Внешний вид модулей питания

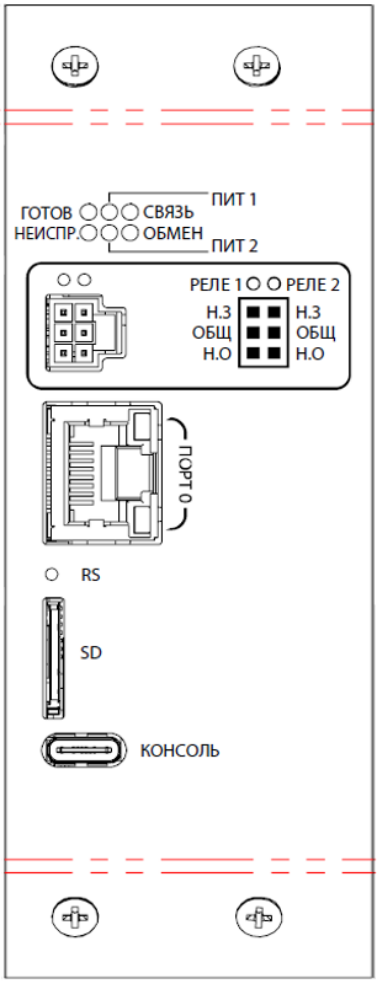


Рисунок 2 – Внешний вид модуля ЦП

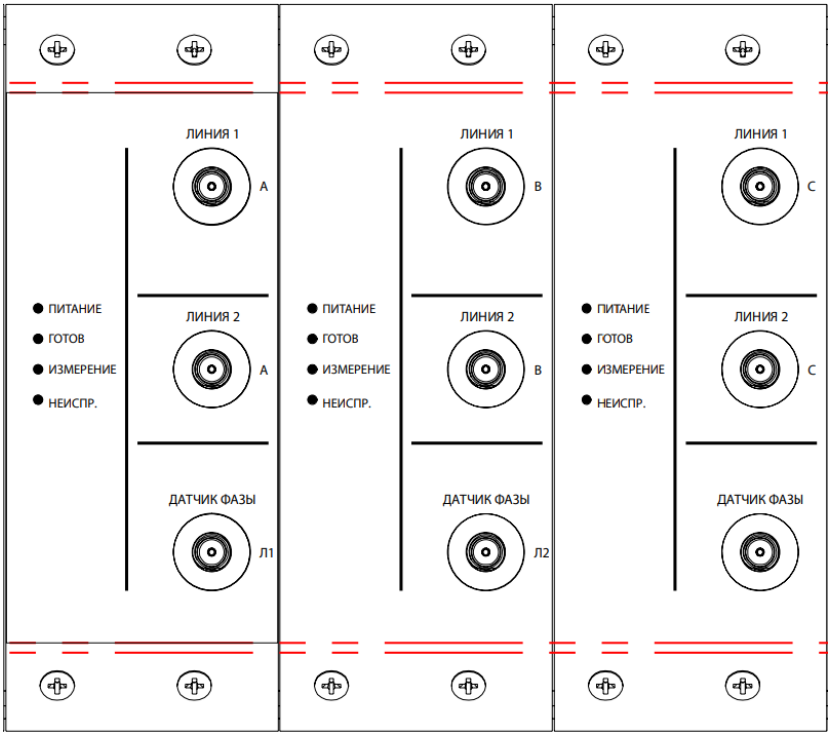


Рисунок 3 – Внешний вид модулей измерения

2.4.1 Назначение индикаторов, кнопок и клемм

На фронтальной панели устройства над слотом SD карты находится кнопка **RS**, служащая для перезагрузки устройства. Также на фронтальной панели находятся контакты и светодиодные индикаторы.

Назначение светодиодных индикаторов и контактов представлено в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Назначение индикаторов

Наименование индикатора	Режим работы	Описание
Модули питания и ЦП		
ГОТОВ (цвет зеленый)	не светится	Устройство не работает
	мигает	Устройство функционирует нормально
НЕИСПР. (цвет красный)	светится непрерывно	Светится постоянно при превышении установленного показаниями по одному из каналов.
ПИТ 1	светится непрерывно	Наличие питания от блока питания
	не светится	Отсутствие питания от блока питания
ПИТ 2	–	Не используется
СВЯЗЬ	светится непрерывно	Наличие связи по интерфейсу Ethernet
	не светится	
ОБМЕН	мигает	Производится передача данных по интерфейсу
РЕЛЕ 1	светится непрерывно	Отсутствие напряжения на реле 1
	не светится	Наличие напряжения на реле 1
РЕЛЕ 2	светится непрерывно	Отсутствие напряжения на реле 2
	не светится	Наличие напряжения на реле 2
Модули измерения		
ПИТАНИЕ (цвет-зеленый)	светится непрерывно	Наличие питания на аналого-цифровом блоке.
ГОТОВ (цвет-зеленый)	светится непрерывно	Успешная инициализация программного обеспечения аналого-цифрового блока.
ИЗМЕРЕНИЕ (цвет желтый)	светится непрерывно	Регистрация наличия частичного разряда при измерении
	не светится	Регистрация не происходит
НЕИСПРАВ. (цвет красный)	светится непрерывно	Ошибка работы аналого-цифрового блока

Таблица 5 – Назначение клемм устройства

Обозначение	Назначение
Канал питания	
+U	Вход от источника питания постоянного тока (+24 В/+220 В)
-U	Вход от источника питания постоянного тока (-24 В/-220 В)
Реле сигнализации	
ОБЩ	Общий контакт реле сигнализации
НЗ	Нормально замкнутый контакт реле сигнализации
НО	Нормально замкнутый контакт реле сигнализации

Обозначение	Назначение
Порты	
КОНСОЛЬ	Порт конфигурирования
ПОРТ 0	Порт Ethernet
SD	Разъем для SD карты

2.5 Конфигурирование устройства

Настройка, управление и контроль работы устройства осуществляется с помощью командной строки с использованием персонального компьютера, подключаемого через сеть Ethernet, либо через консоль (виртуальный COM-порт).

Конфигурирование устройства с помощью командной строки возможно через серийную консоль (порт USB на лицевой стороне устройства) либо через порт Ethernet по протоколу ssh.

Таблица 6 – Варианты доступа к настройкам устройства

Протокол	Описание	Требуемое ПО
SSH	Защищенный протокол передачи данных. Аналог протокола Telnet с шифрованием трафика при авторизации и работе с консолью.	UNIX – утилита `ssh` (стандартный SSH-клиент UNIX); Windows – PuTTY, WinSCP, openssh.
Серийная консоль	Подключение через консольный USB-порт устройства (виртуальный COM-порт).	UNIX – утилита `minicom`; Windows XP – HyperTerminal (встроенное ПО); Windows 7, 8, 10 – PuTTY или аналог.

Конфигурирование устройства через SSH-соединение или серийную консоль можно осуществлять с помощью одной из терминальных программ.

ВНИМАНИЕ! ПРИ КОНФИГУРИРОВАНИИ УСТРОЙСТВА РЕКОМЕНДУЕТСЯ УДЕЛИТЬ ОСОБОЕ ВНИМАНИЕ НАСТРОЙКАМ ДОСТУПА ПО ПРОТОКОЛУ SSH. ОТ СЛОЖНОСТИ ПАРОЛЕЙ, РАЗРЕШЕНИЯ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПОРТОВ СЕТЕВЫХ СЛУЖБ, НАСТРОЕК МЕЖСЕТЕВОГО ЭКРАНА И ДРУГИХ НАСТРОЕК СЕТЕВЫХ СЛУЖБ ЗАВИСИТ БЕЗОПАСНОСТЬ УСТРОЙСТВА И ПОДКЛЮЧЕННЫХ К НЕМУ УСТРОЙСТВ.

Логин и пароль при заводских настройках следующие:

логин (Login): **root**

пароль (Password): **root**

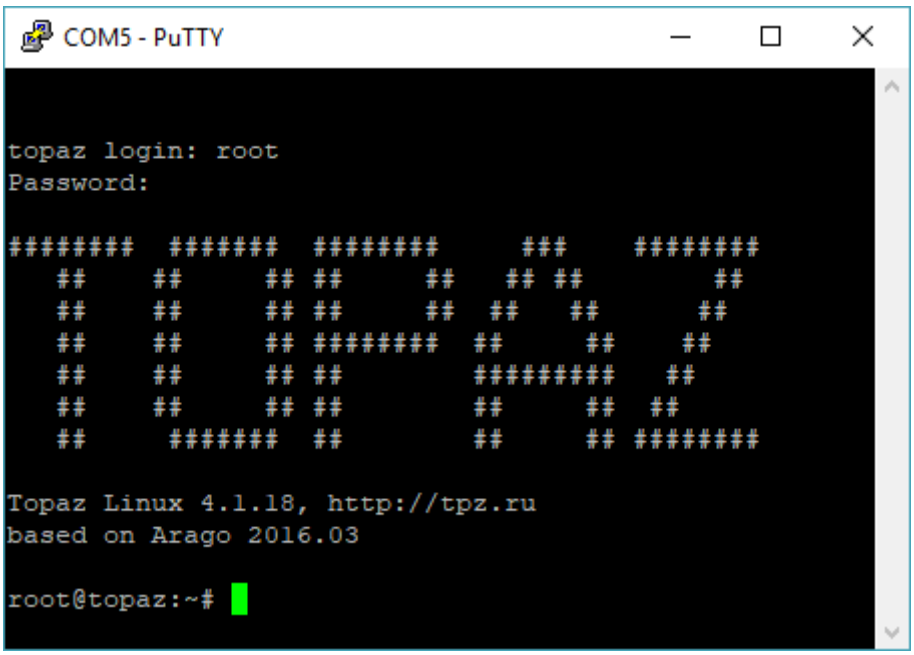


Рисунок 4 – Экран приветствия командной строки

2.5.1 Подключение через серийную консоль

При подключении устройства через консольный порт (USB) в системе появится виртуальный последовательный COM-порт, который можно использовать для соединения персонального компьютера с устройством. Для того, чтобы узнать номер порта, перейдите в «Диспетчер устройств» Windows и откройте вкладку «Порты». После чего, убедившись, что на устройство подано питание, соедините устройство с компьютером. Во вкладке «Порты» появится новый последовательный порт.

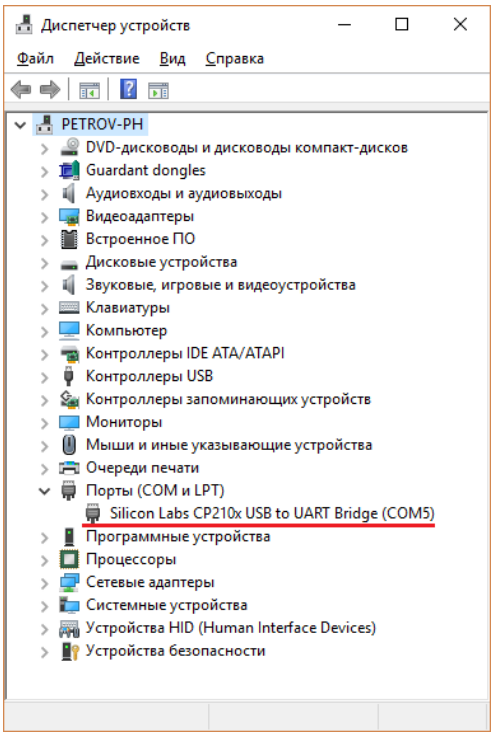


Рисунок 5 – Отображение устройства в диспетчере устройств Windows

Примечание Номер виртуального COM-порта присваивается операционной системой автоматически, поэтому на вашем компьютере он может отличаться от указанного в примере.

Последовательный порт консоли предоставляет пользователю удобный способ подключения к устройству, особенно при первом подключении и настройке устройства. Связь осуществляется по прямому последовательному соединению и пользователю не нужно знать IP адреса Ethernet-портов для того, чтобы подключиться к устройству.

Параметры передачи данных по виртуальному COM-порту приведены в таблице ниже.

Таблица 7 – Параметры соединения с устройством по виртуальному COM-порту

Параметр	Значение
Скорость передачи / Baudrate	115 200 bps
Биты данных / Parity None Data bits	8
Стоповые биты / Stop bits	1
Контроль четности / Parity	None
Управление потоком / Flow Control	None

2.5.2 Подключение через порт Ethernet по протоколу SSH

При подключении устройства к персональному компьютеру через Ethernet используются следующие настройки LAN:

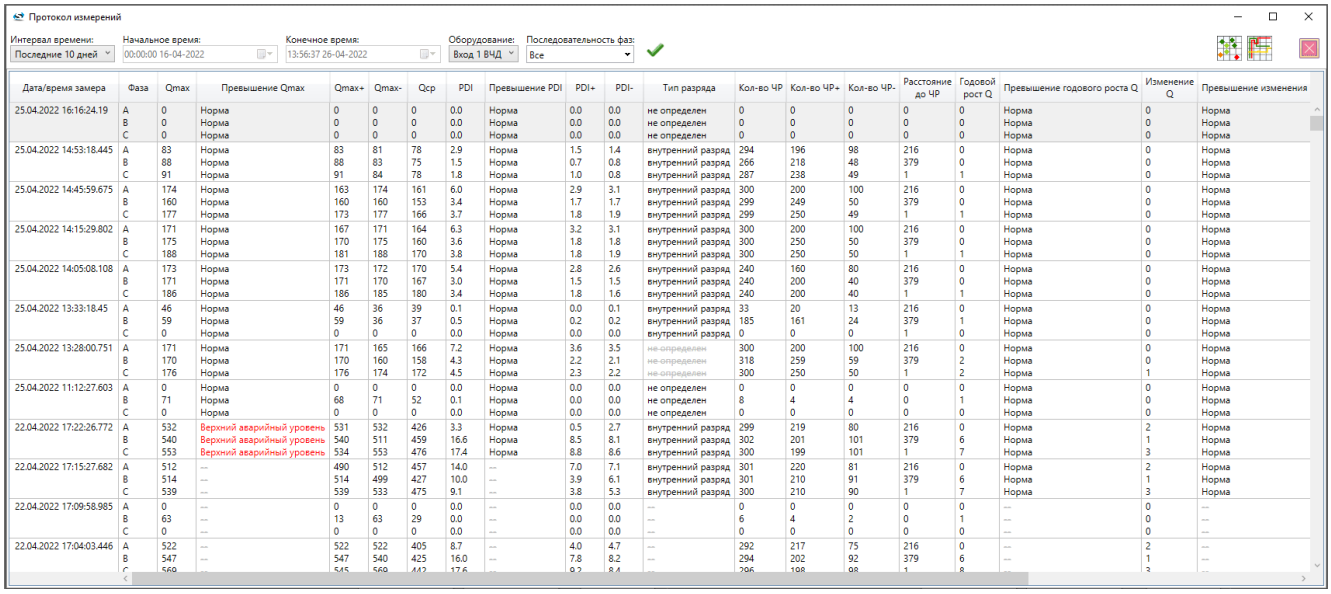
порт: **LAN#1 192.168.3.127**

макса подсети: **255.255.255.0**

2.6 TOPAZ Plugin ЧР

ПО TOPAZ Plugin ЧР является плагином к TOPAZ SCADA Client и предназначено для предоставления интерфейса доступа оператора к данным замеров частичных разрядов с оборудования TOPAZ ЧР.

Журнал устройств ЧР приведен на рисунке 6.



Дата/время замера	Фаза	Qmax	Превышение Qmax	Qmax+	Qmax-	Qср	PDI	Превышение PDI	PDI+	PDI-	Тип разряда	Кол-во ЧР	Кол-во ЧР+	Кол-во ЧР-	Расстояние до ЧР	Годовой рост Q	Превышение годового роста Q	Изменение Q	Превышение изменения
25.04.2022 16:16:24.19	A	0	Норма	0	0	0	0.0	Норма	0.0	0.0	не определен	0	0	0	0	0	Норма	0	Норма
	B	0	Норма	0	0	0	0.0	Норма	0.0	0.0	не определен	0	0	0	0	0	Норма	0	Норма
	C	0	Норма	0	0	0	0.0	Норма	0.0	0.0	не определен	0	0	0	0	0	Норма	0	Норма
25.04.2022 14:53:18.445	A	83	Норма	83	81	78	2.9	Норма	1.5	1.4	внутренний разряд	294	196	98	216	0	Норма	0	Норма
	B	88	Норма	88	83	75	1.5	Норма	0.7	0.8	внутренний разряд	266	218	48	379	0	Норма	0	Норма
	C	91	Норма	91	84	78	1.8	Норма	1.0	0.8	внутренний разряд	287	238	49	1	1	Норма	0	Норма
25.04.2022 14:45:59.675	A	174	Норма	163	174	161	6.0	Норма	2.9	3.1	внутренний разряд	300	200	100	216	0	Норма	0	Норма
	B	160	Норма	160	160	153	3.4	Норма	1.7	1.7	внутренний разряд	299	249	50	379	0	Норма	0	Норма
	C	177	Норма	173	177	166	3.7	Норма	1.8	1.9	внутренний разряд	299	250	49	1	1	Норма	0	Норма
25.04.2022 14:15:29.802	A	171	Норма	167	171	164	6.3	Норма	3.2	3.1	внутренний разряд	300	200	100	216	0	Норма	0	Норма
	B	175	Норма	170	175	160	3.6	Норма	1.8	1.8	внутренний разряд	300	250	50	379	0	Норма	0	Норма
	C	188	Норма	181	188	170	3.8	Норма	1.8	1.9	внутренний разряд	300	250	50	1	1	Норма	0	Норма
25.04.2022 14:05:08.108	A	173	Норма	173	172	170	5.4	Норма	2.8	2.6	внутренний разряд	240	160	80	216	0	Норма	0	Норма
	B	171	Норма	171	170	167	3.0	Норма	1.5	1.5	внутренний разряд	240	200	40	379	0	Норма	0	Норма
	C	186	Норма	186	185	180	3.4	Норма	1.8	1.6	внутренний разряд	240	200	40	1	1	Норма	0	Норма
25.04.2022 13:33:18.45	A	46	Норма	46	36	39	0.1	Норма	0.0	0.1	внутренний разряд	33	20	13	216	0	Норма	0	Норма
	B	59	Норма	59	36	37	0.5	Норма	0.2	0.2	внутренний разряд	185	161	24	379	1	Норма	0	Норма
	C	0	Норма	0	0	0	0.0	Норма	0.0	0.0	внутренний разряд	0	0	0	1	0	Норма	0	Норма
25.04.2022 13:28:00.751	A	171	Норма	171	165	166	7.2	Норма	3.6	3.5	~~не определен~~	300	200	100	216	0	Норма	0	Норма
	B	170	Норма	170	160	158	4.3	Норма	2.2	2.1	~~не определен~~	318	259	59	379	2	Норма	0	Норма
	C	176	Норма	176	174	172	4.5	Норма	2.3	2.2	~~не определен~~	300	250	50	1	2	Норма	1	Норма
25.04.2022 11:12:27.603	A	0	Норма	0	0	0	0.0	Норма	0.0	0.0	не определен	0	0	0	0	0	Норма	0	Норма
	B	71	Норма	68	71	52	0.1	Норма	0.0	0.0	не определен	8	4	4	0	1	Норма	0	Норма
	C	0	Норма	0	0	0	0.0	Норма	0.0	0.0	не определен	0	0	0	0	0	Норма	0	Норма
22.04.2022 17:22:26.772	A	532	Верхний аварийный уровень	531	532	426	3.3	Норма	0.5	2.7	внутренний разряд	299	219	80	216	0	Норма	2	Норма
	B	540	Верхний аварийный уровень	540	511	459	16.6	Норма	8.5	8.1	внутренний разряд	302	201	101	379	6	Норма	1	Норма
	C	553	Верхний аварийный уровень	534	553	476	17.4	Норма	8.8	8.6	внутренний разряд	300	199	101	1	7	Норма	3	Норма
22.04.2022 17:15:27.682	A	512	--	490	512	457	14.0	--	7.0	7.1	внутренний разряд	301	220	81	216	0	Норма	2	Норма
	B	514	--	514	499	427	10.0	--	3.9	6.1	внутренний разряд	301	210	91	379	6	Норма	1	Норма
	C	539	--	539	533	475	9.1	--	3.8	5.3	внутренний разряд	300	210	90	1	7	Норма	3	Норма
22.04.2022 17:09:58.985	A	0	--	0	0	0	0.0	--	0.0	0.0	--	0	0	0	0	0	--	0	--
	B	63	--	13	63	29	0.0	--	0.0	0.0	--	6	4	2	0	1	--	0	--
	C	0	--	0	0	0	0.0	--	0.0	0.0	--	0	0	0	0	0	--	0	--
22.04.2022 17:04:03.446	A	522	--	522	522	405	8.7	--	4.0	4.7	--	292	217	75	216	0	--	2	--
	B	547	--	547	540	425	16.0	--	7.8	8.2	--	294	202	92	379	6	--	1	--
	C	569	--	545	569	442	17.6	--	9.2	8.4	--	296	198	98	1	8	--	3	--

Рисунок 6 – Схема системы мониторинга ВЧ

Окно спектрального анализа ЧР прибора ВЧ приведен на рисунке 7**.**

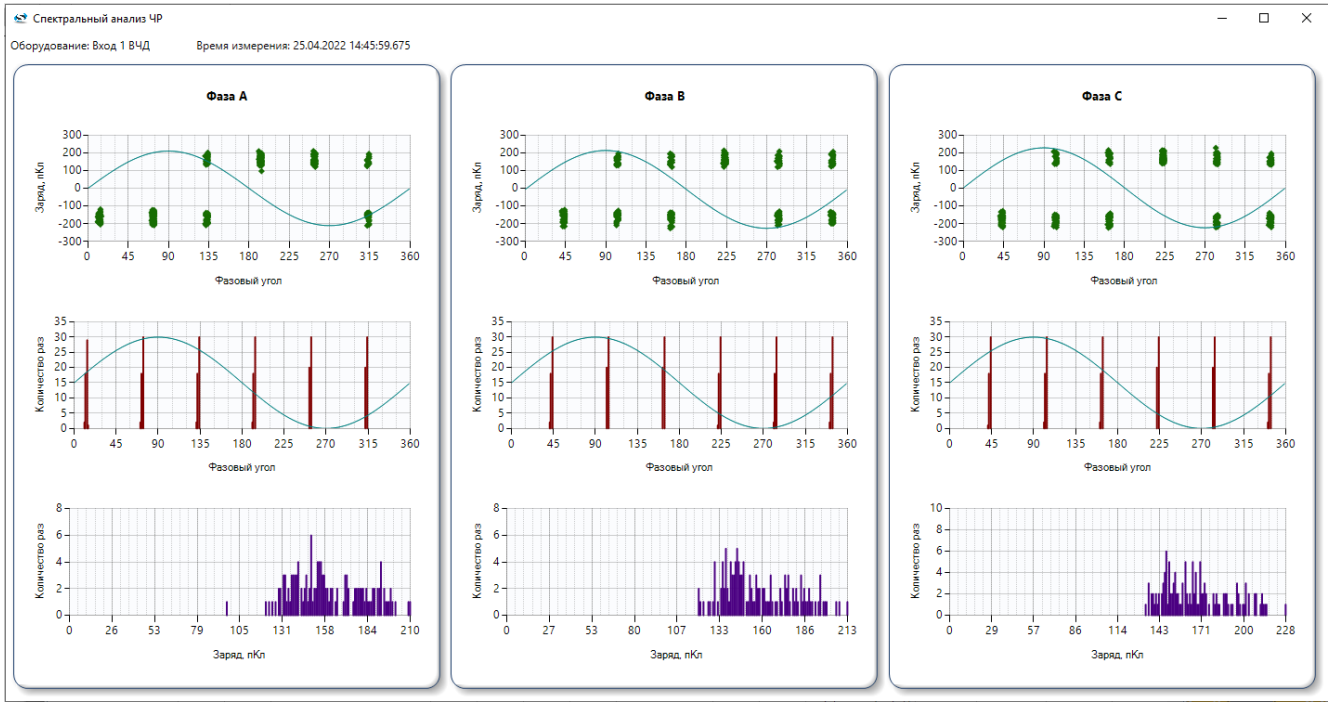


Рисунок 7 – Спектральный анализ ЧР

Окно отображения исторического тренда показано на рисунке 8.

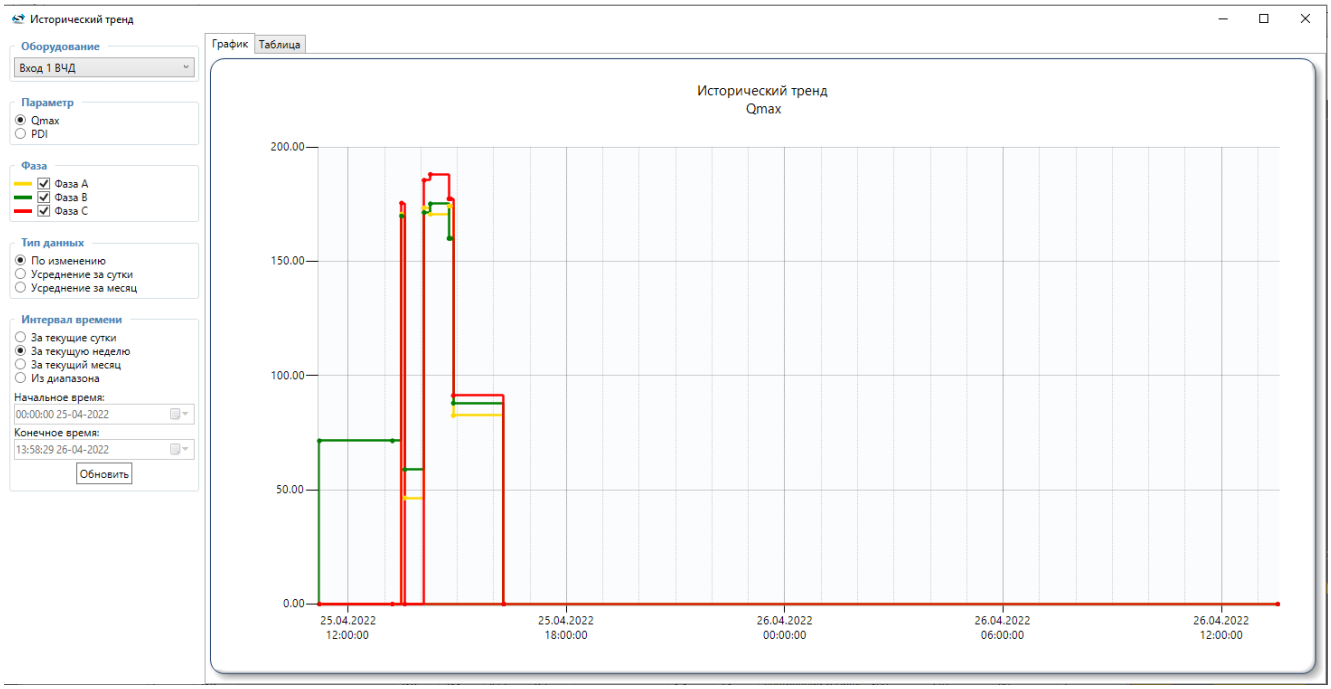


Рисунок 8 – Исторический тренд

3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

3.1 Эксплуатационные ограничения и меры безопасности

К эксплуатации устройства должны допускаться лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации и обладающие базовыми знаниями в области средств вычислительной техники.

Устройство может размещаться вне взрывоопасных зон как на открытом воздухе, так и в помещении. При этом устройство должна быть защищена от прямого воздействия атмосферных осадков.

Для нормального охлаждения устройства, а также для удобства монтажа и обслуживания, при монтаже устройства сверху и снизу необходимо предусмотреть свободное пространство не менее 30 мм. Принудительная вентиляция не требуется.

- Производитель не несет ответственность за ущерб, вызванный неправильным монтажом, нарушением правил эксплуатации или использованием оборудования не по назначению.
- Во время монтажа, эксплуатации и технического обслуживания оборудования необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей».
- Монтаж и эксплуатацию оборудования должен проводить квалифицированный персонал, имеющий группу по электробезопасности не ниже 3 и аттестованный в установленном порядке на право проведения работ в электроустановках потребителей до 1000 В.
- На лице, проводящем монтаж, лежит ответственность за производство работ в соответствии с настоящим руководством, требованиями безопасности и электромагнитной совместимости.
- В случае возникновения неисправности необходимо отключить питание от устройства, демонтировать и передать его в ремонт производителю.

3.2 Монтаж

Распаковывание устройства следует производить после выдержки упаковки в нормальных условиях не менее двух часов.

При распаковывании следует соблюдать следующий порядок операций:

- открыть коробку;
- из коробки извлечь:
  - вкладыш;
  - комплект монтажный;
  - устройство;
- произвести внешний осмотр устройства:
  - проверить отсутствие видимых внешних повреждений корпуса и внешних разъемов;
  - внутри устройства измерения не должно быть незакрепленных предметов;
  - изоляция не должна иметь трещин, обугливания и других повреждений;
  - маркировка комплектующих устройства должна легко читаться и не иметь повреждений.

Устройство устанавливается в шкафах, на столах или других конструкциях охраняемого помещения в местах, защищенных от воздействия атмосферных осадков и механических повреждений. Система устанавливается в стойку 19”. При монтаже необходимо закрепить систему внутри шкафа или в другом удобном для работы месте. Если устройство устанавливается в неохраняемом помещении, рекомендуется устанавливать его на высоте не менее 2,2 м от пола.

3.2.1 Установка измерителя ЧР

Измеритель устанавливается на DIN-рейку.

Общий вид и габаритные размеры показаны на рисунке 9.

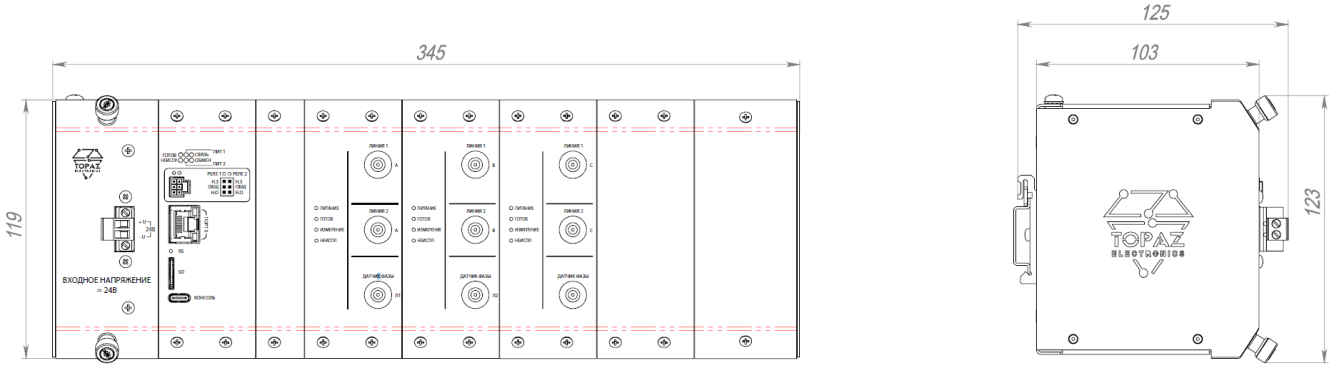
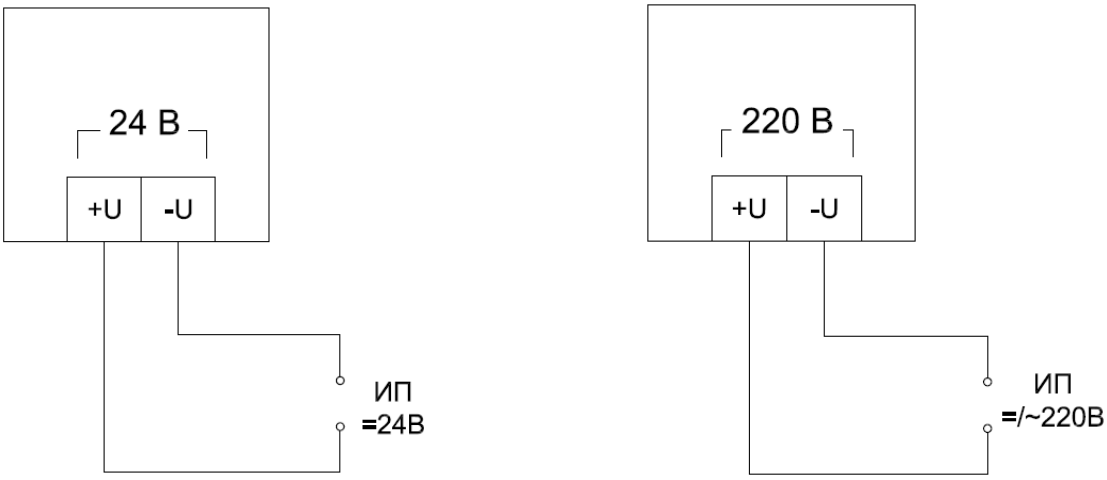


Рисунок 9 – Общий вид и габаритные размеры измерителя ЧР

Расположение каждой группы блоков регистрации о частичном разряде кабеля должно быть максимально удалено от места расположения трехфазного сенсора кабельного разъема A, B и C, поскольку необходимо соблюдать стандартную длину сигнального провода трехфазного датчика каждой группы кабельных разъемов для обеспечения сопоставимости собранных данных. Длина сигнального кабеля, зарезервированного для каждого датчика, составляет 15 метров.

3.2.2 Подключение питания

Подключение питания устройства осуществляется с помощью клеммных блоков.



а) Модуль питания 24 В (DC) б) Модуль питания 220 В (AC/DC)

Рисунок 10 – Схема подключения питания устройства

Возможно осуществлять питание устройства через модуль резервного питания.

Схема питания устройства через модуль резервного питания приведена в РЭ на модуль резервного питания TOPAZ MRP-220V24V2A (ПЛСТ.565122.705 РЭ, п. 2.2.6).

3.2.3 Монтаж датчика частичного разряда

Корпус датчика частичного разряда высокочастотного тока выполнен из нержавеющей стали.

Общий вид датчика показан на рисунке 11.

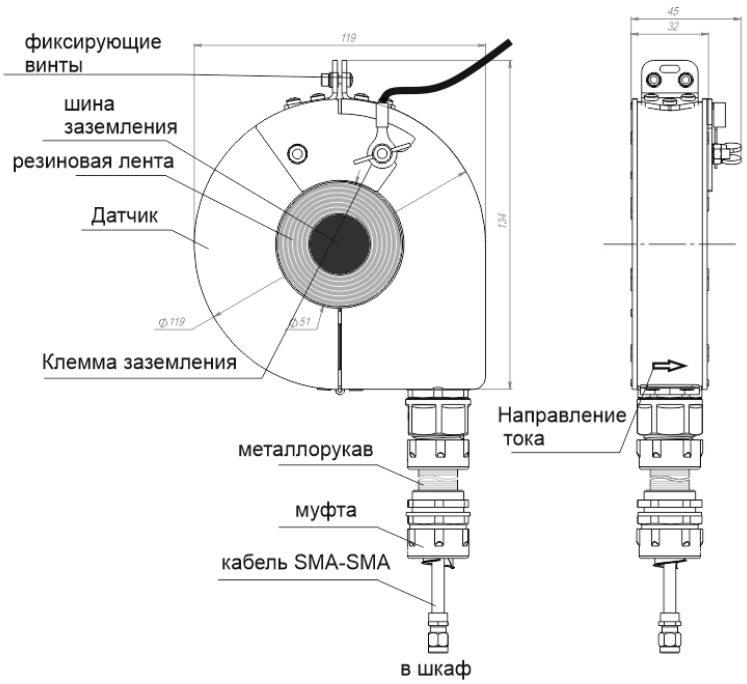


Рисунок 11 – Общий вид и габаритные размеры датчика частичного разряда высокочастотного тока

Установку датчика частичного разряда высокочастотного тока и датчика промышленной частоты и фазы проводить в следующей последовательности:

1) Намотать резиновую ленту (из комплекта) на кабель. Получившийся диаметр (50 - 51 мм) зафиксировать электроизоляционной лентой
2) Раскрыть и установить датчик на кабель с помощью защёлки. Контролировать плоскостность сочленения половин датчика, при необходимости выровнять.

ВНИМАНИЕ! НАПРАВЛЕНИЕ СТРЕЛКИ НА КОРПУСЕ ДАТЧИКА ДОЛЖНО СОВПАДАТЬ С НАПРАВЛЕНИЕМ ПРОТЕКАНИЯ ТОКА В КОНТРОЛИРУЕМОМ ПРОВОДНИКЕ ОТ ВЫСОКОГО ПОТЕНЦИАЛА К «ЗЕМЛЕ».

3) Заземлить корпус датчика через клемму заземления.
4) Конец кабеля завести в шкаф и подключить к измерителю.

3.2.4 Монтаж датчика Роговского

На рисунке 12 представлен внешний вид датчика Роговского.

Диаметр – 190 мм, длина сигнального кабеля – 20 м

Рисунок 12 – Внешний вид датчика Роговского

Монтаж датчика Роговского осуществляется в следующем порядке:

1) Установите датчик на фазе кабеля. Датчик рекомендуется устанавливать на фазе А кабеля.
2) Оставьте отрезок провода достаточной длины для облегчения последующего подключения;
3) Сигнальный провод датчика должен быть вставлен в гибкий металлической шланг, который устанавливается в клеммную коробку через гермоввод.

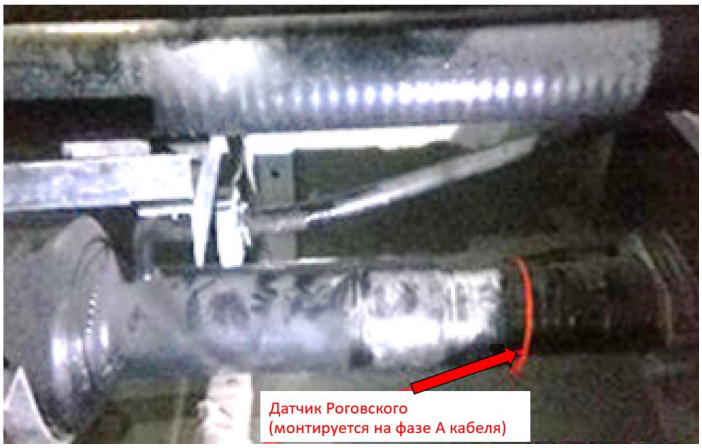


Рисунок 13 – Смонтированный датчик Роговского

3.2.5 Монтаж датчика ВЧ-4РА-HV

На рисунке 14 представлен внешний вид датчика ВЧ-4РА-HV.

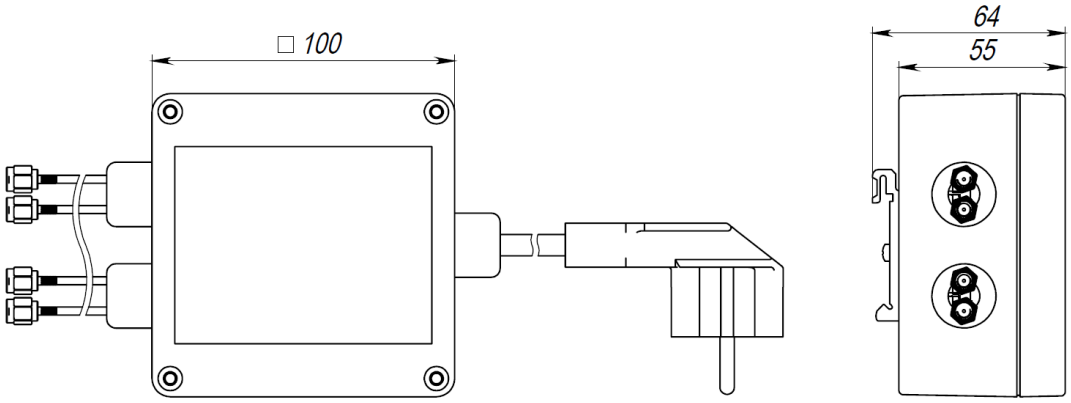


Рисунок 14 – Внешний вид и габаритные размеры датчика ВЧ-4РА-HV

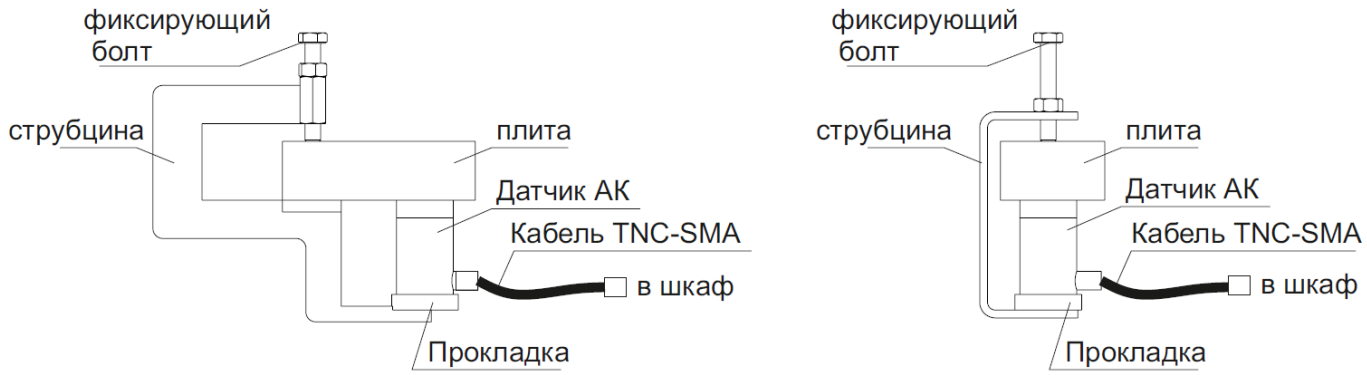
Монтаж датчика ВЧ-4РА-HV осуществляется в следующем порядке:

1) Установите датчик ВЧ-4РА-HV на DIN-рейку;
2) Подключите SMA-разъемы датчика к фазовым каналам прибора ЧР (разъем «Датчик фазы»;
3) Подключить вилку к сети.

3.2.6 Установка датчика АК

Акустические датчики системы устанавливаются непосредственно на поверхности контролируемого оборудования максимально близко к контролируемой зоне изоляции. Акустические датчики монтируются непосредственно на корпусе контролируемой муфты или, если сама муфта конструктивно недоступна, на разделанной части кабеля рядом с муфтой, максимально близко к ней. При установке датчика должен обеспечивается надежный акустический контакт между датчиком и корпусом муфты. Установка датчика на разные струбцины представлена на рисунке 15.

ВНИМАНИЕ! НЕОБХОДИМО ОБЕСПЕЧИВАТЬ МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНЫЙ ВОЗДУШНЫЙ ЗАЗОР МЕЖДУ СТРУБЦИНОЙ И ДАТЧИКОМ АК.



а) Струбцина снята с производства

б) Серийная струбцина

Рисунок 15 – Установка датчика АК на разные струбцины

Датчики с металлическим корпусом и с приклеенной керамической пластиной толщиной 1 мм в обязательном порядке применять в комплекте с шайбой из стеклотекстолита толщиной 2 мм.

При монтаже необходимо устанавливать шайбу центровано относительно датчика и смазывать шайбу с двух сторон силиконовой смазкой, как показано на рисунке 16.

Рисунок 16

3.2.7 Подключение датчиков

Сигнальный провод датчика частичного разряда, сигнальный провод датчика промышленной частоты и фазы, а также провода питания заводятся в клеммную коробку через гермовводы. Оставьте отрезок длиной приблизительно 20 см внутри для контактного соединения. Все сигнальные провода от датчика к гермовводам клеммной коробки должны проходить через металлорукав диаметром 6 мм, а силовой провод - через металлорукав диаметром 10 мм.

Для исключения замыкания металлорукава на токоведущие части или части, которые могут оказаться под напряжением, необходимо прокладывать металлорукав на удалении от токоведущих частей или в дополнительной гофре из материала, непроводящего ток. При использовании металлорукава необходимо произвести его заземление.

Принципиальная схема подключения показана на рисунке 17.

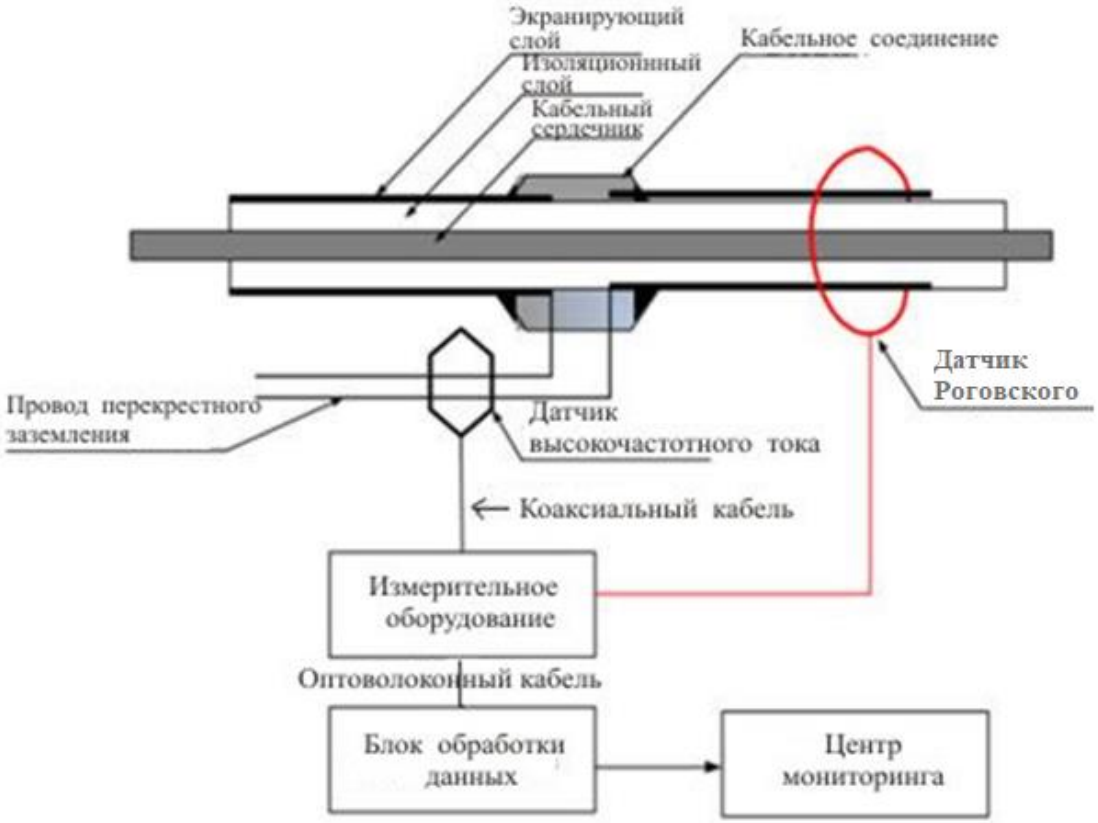


Рисунок 17 – Принципиальная схема подключения

Варианты работы показаны на рисунках 18 – 22.

Обозначения:

– ВЧ датчик;

– АК датчик;

– датчик фазы (датчик Роговского);

SF1, SF2 – сухой контакт.

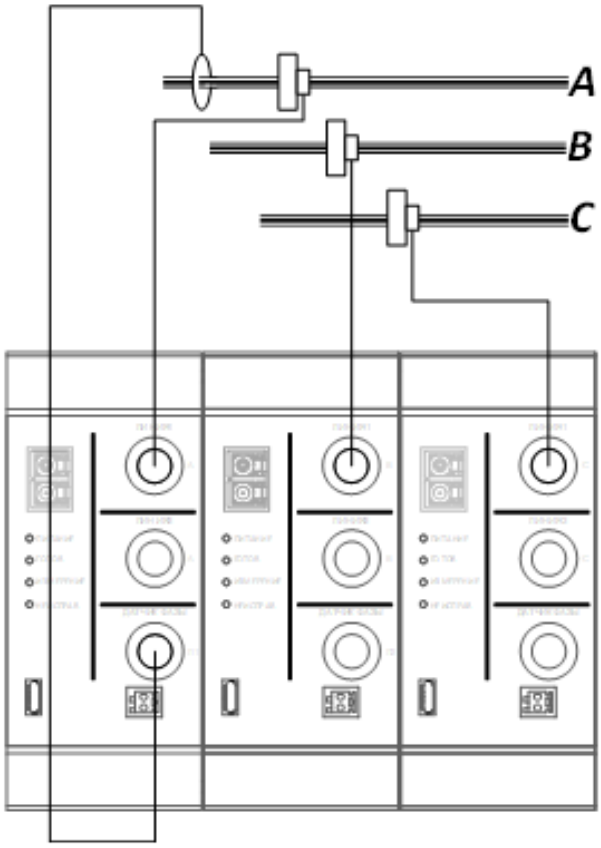


Рисунок 18 – Синхронный контроль трех фаз одной КЛ

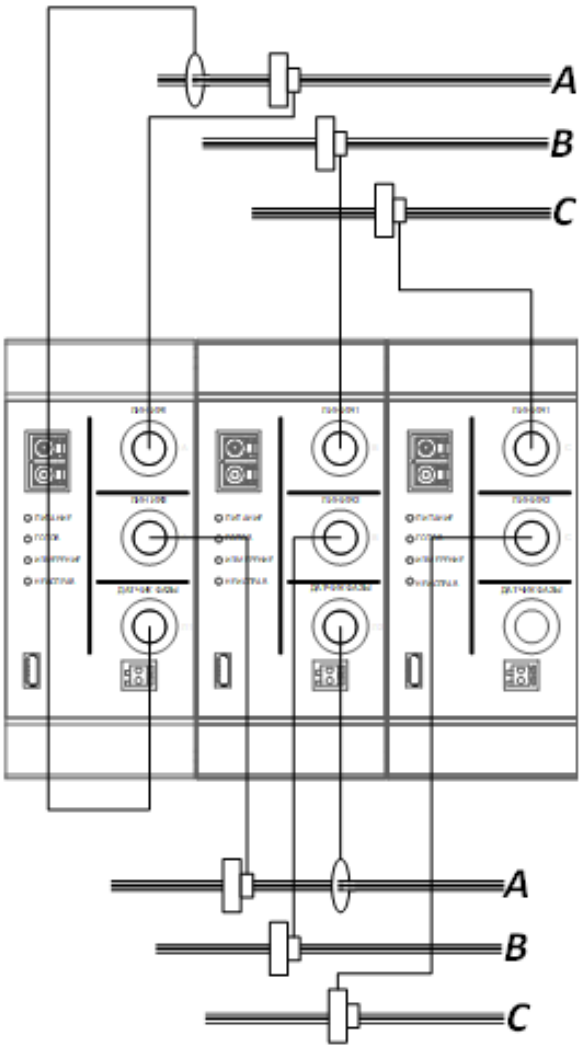


Рисунок 19 – Одновременный контроль двух КЛ. Синхронные измерения только для одной линии

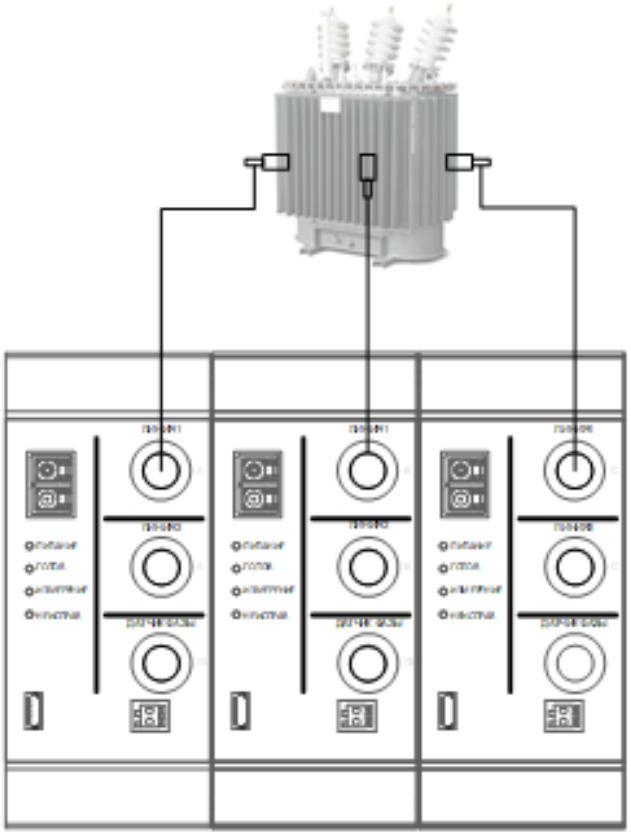


Рисунок 20 – Контроль трансформатора. Акустический ЧР

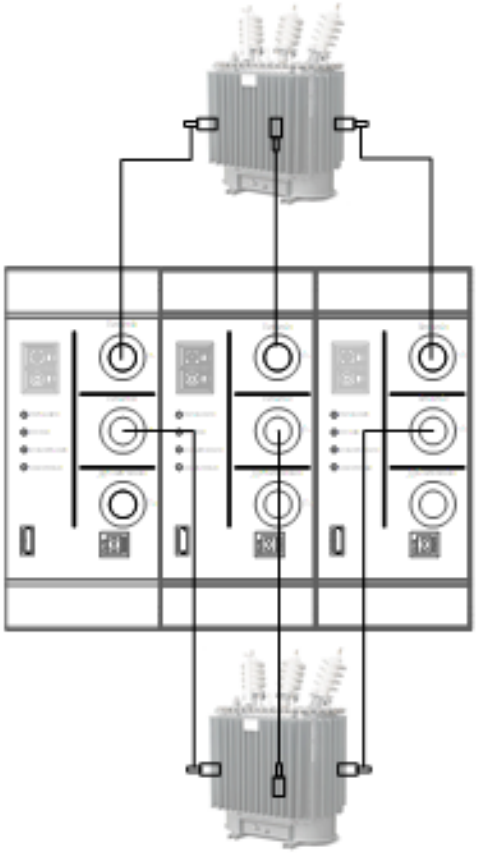


Рисунок 21 – Контроль двух трансформаторов. Акустический ЧР

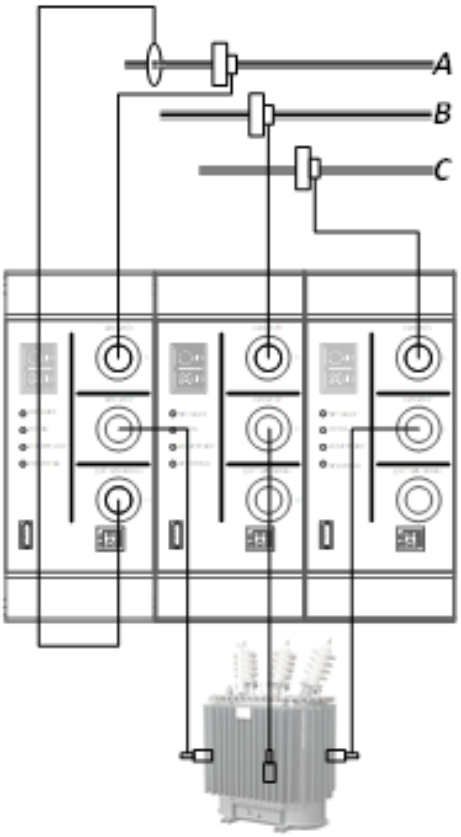


Рисунок 22 – Одновременный (не синхронный) контроль либо КЛ, либо трансформатора

4 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

Система предназначена для оперативного контроля технического состояния и поиска дефектов изоляции высоковольтного оборудования под рабочим напряжением. С помощью датчиков ВЧ и АК осуществляется диагностика на основе регистрации и анализа частичных разрядов.

Система позволяет контролировать:

- состояние изоляции концевых и соединительных муфт высоковольтных кабельных линий;
- состояние изоляции КРУЭ и КРУ различных модификаций;
- состояние изоляции высоковольтного маслонаполненного оборудования – силовых и измерительных трансформаторов, выключателей и т. д.

5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

5.1 Техническое обслуживание системы заключается в профилактических осмотрах и калибровке.

5.2 Периодичность профилактических осмотров системы устанавливается потребителем, но не реже 1 раз в год.

5.3 Калибровка проводится с целью контроля метрологических характеристик системы при измерении ЧР с периодичностью 1 раз в 2 года.

5.4 При профилактическом осмотре должны быть выполнены следующие работы:

- проверка обрыва или повреждения изоляции проводов и кабелей;
- проверка надежности присоединения проводов и кабелей;
- проверка отсутствия видимых механических повреждений, а также пыли и грязи на корпусе системы.

5.5 При выявлении при профилактическом осмотре повреждений эксплуатация системы запрещается, повреждения подлежат устранению в ходе текущего ремонта.

5.6 Калибровка измерительных каналов системы (измерителя частичных разрядов TOPAZ ВЧ в измерительной системе) выполняется методике, изложенной в п.3.2 ГОСТ 20074-83 со следующими особенностями:

- вместо определения градуировочных (масштабных) коэффициентов определяется относительная погрешность измерений кажущегося заряда по формуле:

  $\delta = \frac{q_{изм} - q_к}{q_к} \cdot 100\%,$

  где $q_{изм}$ – величина кажущегося заряда, измеренная измерителем частичных разрядов TOPAZ ВЧ;

  $q_к$ – величина кажущегося заряда, поданного с генератора.
- в качестве генератора используется поверенный калибратор кажущихся зарядов ГКИ-2 (GKI-2), рег. номер 48363-11 (допускается применение других поверенных генераторов утвержденного типа по своим техническим характеристикам соответствующих п. 3.4 ГОСТ 20074-83, а по метрологическим – не хуже ГКИ-2 (GKI-2); подключение генератора к измерительной цепи выполняется в соответствии с руководством по эксплуатации на калибратор 4229-014-60715320-2011 РЭ.

5.7 По определенной относительной погрешности измерений кажущего заряда проводится оценка пригодности системы к эксплуатации:

- если относительная погрешность не превосходит ± 10 %, система допускается к дальнейшей эксплуатации до следующей калибровки,
- если относительная погрешность превосходит ± 10 %, необходимо выполнить мероприятия по снижению погрешности.

5.8 Мероприятия по снижению погрешности заключаются в калибровке измерителя частичных разрядов TOPAZ ВЧ, градуировке измерителя частичных разрядов TOPAZ ВЧ вне системы, градуировке измерителя частичных разрядов TOPAZ ВЧ в измерительной системе.

5.9 Калибровка измерителя частичных разрядов выполняется по п. 10 методики поверки ИЦРМ-МП-273-20 (https://fgis.gost.ru/fundmetrology/api/downloadfile/ceefafe2-011f-4096-9223-e0e20b02108b). Относительная погрешность измерений кажущегося заряда рассчитывается по формуле (1) методики поверки.

5.10 Если относительная погрешность, определенная при калибровке по п. 5.9, не превышает ± 8 %, выполняют градуировку измерителя частичных разрядов TOPAZ ВЧ в измерительной системе в соответствии с п.3.2 ГОСТ 20074-83, используя поверенный калибратор кажущихся зарядов ГКИ-2 (GKI-2), рег. номер 48363-11 (допускается применение других поверенных генераторов утвержденного типа по своим техническим характеристикам соответствующих п. 3.4 ГОСТ 20074-83, а по метрологическим – не хуже ГКИ-2 (GKI-2).

5.11 Если относительная погрешность, определенная при калибровке по п. 5.9, превышает ± 8 %, измеритель частичных разрядов TOPAZ ВЧ подлежит градуировке вне системы силами предприятия-изготовителя (заводская градуировка) и ремонту (при необходимости) с последующей поверкой.

5.12 После монтажа измерителя частичных разрядов TOPAZ ВЧ повторяют операции по п.п. 5.6-5.11.

6 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

Предприятие-изготовитель рекомендует проведение всех ремонтных работ на предприятии-изготовителе. Определенные ремонтные работы (при наличии запасных кабелей, разъемов, блоков и т.п.) могут быть произведены эксплуатирующей организацией, но несанкционированный доступ внутрь корпусов оборудования может повлечь за собой потерю права на гарантийное обслуживание со стороны предприятия-изготовителя. После проведения ремонта должны быть произведены работы по проверке правильности работы оборудования в соответствии с эксплуатационной документацией.

Если оборудование находится на гарантии, то предприятие-изготовитель произведет ремонт оборудования безвозмездно. Перед отправкой оборудования для ремонта следует связаться с предприятием-изготовителем.

Ремонт оборудования предприятием-изготовителем без гарантии производится после предварительной договоренности с предприятием-изготовителем и только при условии оплаты заказчиком работ по ремонту.

При ремонте необходимо:

- соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей»;

- подключать внешние цепи согласно маркировке только при выключенном напряжении электропитания;
- при работе с входными измерительными цепями дополнительно руководствоваться требованиями правил электробезопасности на устройства – источники измерительных сигналов.

К выполнению ремонтных работ на оборудовании допускаются лица, достигшие восемнадцатилетнего возраста, имеющие группу по электробезопасности не ниже III с правом работы на электроустановках свыше 1000 В и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

Транспортирование системы должно производиться в упаковке предприятия-изготовителя любым видом транспорта, защищающим от влияний окружающей среды, в том числе авиационным в отапливаемых герметизированных отсеках самолетов.

Размещение и крепление в транспортных средствах упакованных устройств должно обеспечивать их устойчивое положение, исключать возможность ударов друг о друга, а также о стенки транспортных средств.

Укладывать упакованные системы в штабели следует с правилами и нормами, действующими на соответствующем виде транспорта, чтобы не допускать деформации транспортной тары при возможных механических перегрузках.

При погрузке и выгрузке запрещается бросать и кантовать систему.

После продолжительного транспортирования при отрицательных температурах приступать к вскрытию упаковки не ранее 24 часов после размещения систем в отапливаемом помещении.

Системы следует хранить в невскрытой упаковке предприятия-изготовителя на стеллаже в сухом отапливаемом и вентилируемом помещении, при этом в атмосфере помещения должны отсутствовать пары агрессивных жидкостей и агрессивные газы.

Средний срок сохранности в потребительской таре в отапливаемом помещении, без консервации - не менее 2 лет.

Температура окружающего воздуха при хранении должна быть в пределах от минус 10 °С до плюс 55 °С; относительная влажность воздуха при температуре плюс 25 °С - не более 90 %.

8 УТИЛИЗАЦИЯ

Система не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды. Система не содержит драгоценных и редкоземельных металлов.

После окончания срока службы, специальных мер по подготовке и отправке системы на утилизацию не предусматривается.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Внешний вид устройства)

Рисунок А.1 – Внешний вид устройства