



**Система мониторинга частичных разрядов  
TOPAZ MPD (ЧР)**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**ПЛСТ.412231.001 РЭ**



**МОСКВА**



## СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ.....	3
2 ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ .....	3
2.1 Назначение и состав системы.....	3
2.2 Структурная схема системы .....	3
2.3 Комплектация измерителя ВЧ .....	4
2.4 Технические характеристики .....	4
2.5 Описание работы системы.....	5
2.6 Комплекс программного обеспечения системы .....	5
3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ .....	7
3.1 Эксплуатационные ограничения и меры безопасности .....	7
3.2 Монтаж .....	7
3.2.1 Монтаж датчика частичного разряда .....	8
3.2.2 Монтаж датчиков фазового угла .....	9
3.2.3 Установка датчика АК .....	10
3.2.4 Подключение датчиков .....	11
4 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ .....	15
5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	15
6 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ .....	16
7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ .....	17
8 УТИЛИЗАЦИЯ .....	17
ПРИЛОЖЕНИЕ А (Внешний вид устройства) .....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (описание интерфейса TOPAZ-Plugin ЧР) .....	19

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления со сведениями о конструкции, принципе действия, технических характеристиках системы непрерывного мониторинга частичных разрядов TOPAZ MPD (ЧР) (далее по тексту – система), ее составных частях, указания по комплектации, монтажу, наладке эксплуатации системы, технического обслуживания, а также необходимых и достаточных мерах безопасности на всех этапах работы.

Перед началом работы с системой необходимо ознакомиться с настоящим РЭ.

## 2 ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

### 2.1 Назначение и состав системы

Система предназначена для непрерывного контроля состояния изоляции кабельных линий под рабочим напряжением. Система может применяться на объектах как средство автономного отображения результатов измерения частичных разрядов, а также интегрироваться в существующую АСУТП на объекте.

Система состоит из следующих частей:

- измерителя частичных разрядов TOPAZ ВЧ (далее – измеритель);
- датчиков частичных разрядов;
- акустических датчиков;
- датчиков фазового угла;
- сервера (например, TOPAZ IEC DAS MX683, конфигурация которого определяется проектом размещения системы на объекте);
- панели оператора TOPAZ HMI (конфигурация определяется проектом размещения системы на объекте);
- сетевого коммутатора TOPAS SW, при необходимости;
- устройства синхронизации времени TOPAZ Метроном PTS, при необходимости;
- комплекта ПО TOPAZ SCADA SERVER, TOPAZ SCADA CLIENT, TOPAZ IEC CONTROLS, TOPAZ DRV IEC 61850-8-1 MMS MASTER / TOPAZ DRV IEC 60870-5-104 MASTER, TOPAZ Plugin ЧР для отображения данных измерения на панели оператора.

### 2.2 Структурная схема системы

Система состоит из трех уровней:

- Уровень I – уровень сбора диагностических параметров, к которому относятся датчики ВЧ, акустические датчики, датчики фазового угла и измеритель;
- Уровень II – уровень контроллеров, к которому относится измеритель, осуществляющий обработку сигналов, математическую обработку моделей мониторинга, в том числе решение расчетно-аналитических задач прогнозирования остаточного ресурса, дистанционное конфигурирование и связь с верхними уровнями;
- Уровень III – верхний уровень системы, обеспечивающий для объектов, не оснащенных АСУТП, визуализацию результатов измерений, состояния диагностируемого оборудования, хранение и обработку накопленных результатов измерений.

Структурная схема системы приведена на рисунке 1.

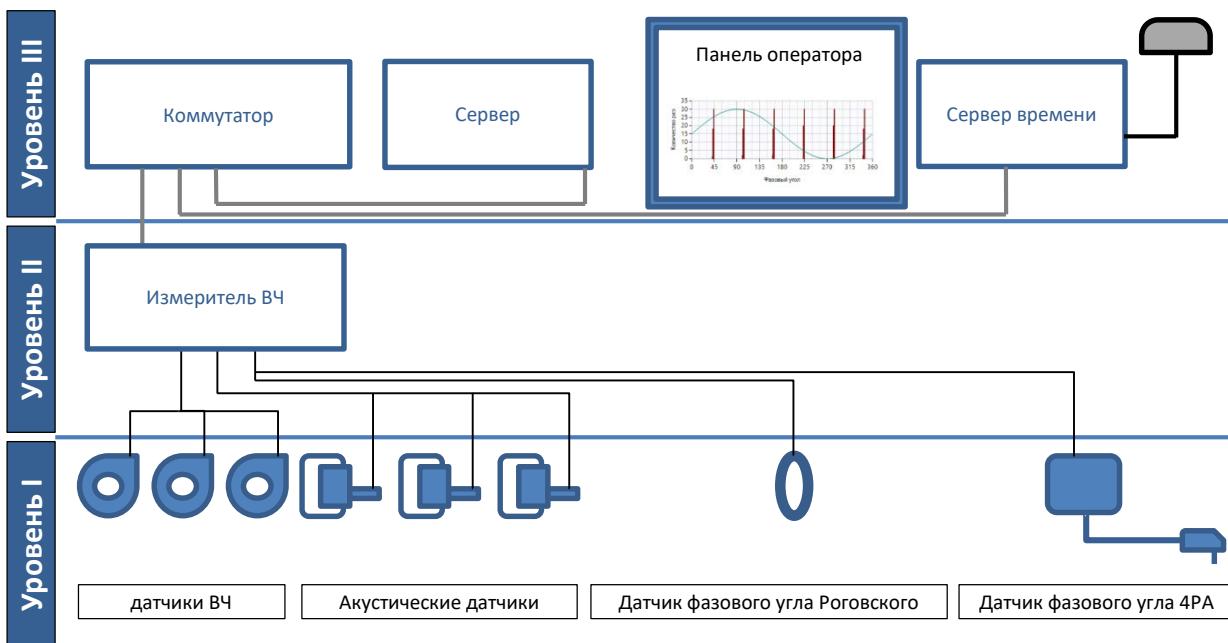


Рисунок 1 – Структурная схема системы измерения частичных разрядов

### 2.3 Комплектация измерителя ВЧ

Комплектация измерителя ВЧ определяет количество и типы датчиков, интерфейсов Ethernet, исполнение по питанию и типы соединения датчиков и подробнее описана в собственном Руководстве по эксплуатации ПЛСТ.411168.001 РЭ.

### 2.4 Технические характеристики

Технические и метрологические характеристики устройств из состава системы приведены в соответствующих РЭ на составные части:

- ПЛСТ.411168.001 РЭ – Руководство по эксплуатации измерителя частичных разрядов TOPAZ ВЧ;
- ПЛСТ.421457.106 РЭ – Руководство по эксплуатации сервера доступа к данным (контроллера) TOPAZ IEC DAS MX683;
- ПЛСТ.467846.602.2 РЭ – Руководство по эксплуатации панели оператора TOPAZ HMI.

Устройства системы размещаются на объекте следующим образом:

- датчики непосредственно на объектах мониторинга – кабельных линиях;
- измерители и датчики 4РА в настенных шкафах уличного исполнения для установки возле кабельных вводов распределительных устройств и в кабельных колодцах в зависимости от длины кабельной линии – см. п. 2.5 настоящего Руководства;
- сервер, панель оператора, коммутаторы, сервер точного времени в телекоммуникационном шкафу в отапливаемом и вентилируемом здании объекта установки.

Размеры шкафов, параметры электропитания, резервирования электропитания определяются проектными решениями и местными условиями. При этом проектные решения должны быть согласованы с изготовителем. Также необходимо учитывать, что датчики 4РА подключаются в местную сеть переменного напряжения 220 В (собственные нужды объекта) без промежуточных преобразователей.

## 2.5 Описание работы системы

Измеритель, входящий в состав системы представляет собой устройство анализа и оценки интенсивности и распределения импульсов частичных разрядов. Измерение производится по высокочастотным сигналам от 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 фазового угла выбирается исходя из типа и особенностей контролируемого оборудования. В качестве датчика фазового угла могут использоваться следующие типы датчиков:

- датчик Роговского (определяет фазовый угол по измерения силы тока в токоведущей части);
- датчик ВЧ-4РА-НВ (определяет фазовый угол по измерению напряжения в прилегающей сети. Не допускается подключения датчика в сеть с гальванической развязкой и инверторами).

Измеритель осуществляет диагностику по частичным разрядам и контроль состояния концевых и промежуточных соединительных муфт высоковольтных кабельных линий. Диагностика осуществляется на основе регистрации и анализа частичных разрядов, в том числе и 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  $\pm 1$  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 зависимости от особенностей объекта.

## 2.6 Комплекс программного обеспечения системы

Для отображения результатов измерения частичных разрядов на объектах, где система выступает в роли автономной или интегрированной в АСУТП, в состав системы включены сервер (например, TOPAZ IEC DAS MX683) и панель оператора TOPAZ HMI.



Для отображения результатов измерений на панели оператора на сервер устанавливается следующий комплект программных средств:

- TOPAZ SCADA SERVER – для обработки и накопления результатов измерения;
- TOPAZ IEC CONTROLS, TOPAZ DRV IEC 61850-8-1 MMS MASTER / TOPAZ DRV IEC 60870-5-104 MASTER – для получения данных по стандартным протоколам информационного обмена с целью организации связи с измерителями;
- TOPAZ SCADA CLIENT – для отображения данных на панели оператора;
- TOPAZ Plugin ЧР – для отображения интерфейса оператора для работы с результатами измерения частичных разрядов.

Описание интерфейса приведено в приложении Б.

## 3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 3.1 Эксплуатационные ограничения и меры безопасности

К эксплуатации системы должны допускаться лица:

- ознакомившиеся с настоящим руководством по эксплуатации;
- обладающие базовыми знаниями в области средств вычислительной техники;
- имеющие группу по электробезопасности не ниже 3 и аттестованные в установленном порядке на право проведения работ в электроустановках до 1000 В.

Работы по монтажу, эксплуатации и техническому обслуживанию системы необходимо проводить согласно требованиям Приказа Минэнерго РФ от 04.10.2022 N 1070 «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ».

Система может размещаться вне взрывоопасных зон как на открытом воздухе, так и в помещении. При этом устройства системы должны быть защищены от прямого воздействия атмосферных осадков.

Для нормального охлаждения устройств системы, 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.



- Изготовитель не несет ответственность за ущерб, вызванный неправильным монтажом, нарушением правил эксплуатации или использованием оборудования не по назначению.
- 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 изготовителю.

### 3.2 Монтаж

Распаковывание устройств системы следует производить после выдержки в упаковке в нормальных условиях не менее двух часов.

При распаковывании следует соблюдать следующий порядок операций:

- 1) открыть коробку;
- 2) из коробки извлечь:
  - ложемент;
  - комплект монтажный;
  - устройство;
- 3) 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.

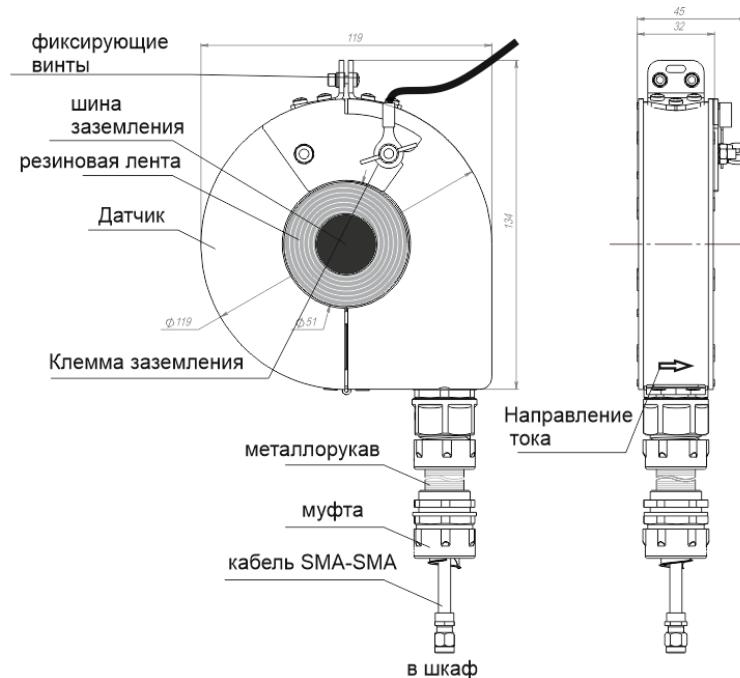
Датчики монтируются на контролируемом оборудовании согласно рекомендаций, приведенных ниже. Устройства 2-го уровня в настенных шкафах в помещениях распределительных устройств, на улице или в кабельных колодцах в соответствии с проектными

решениями. Устройства 3-го уровня поставляются в телекоммуникационных шкафах и крепятся на направляющие 19" или на DIN-рейки.

### 3.2.1 Монтаж датчика частичного разряда

Корпус датчика частичного разряда высокочастотного тока выполнен из нержавеющей стали.

Общий вид датчика показан на рисунке 5.



**Рисунок 5 – Общий вид и габаритные размеры датчика частичного разряда высокочастотного тока**

Установку датчика частичного разряда высокочастотного тока 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 плоскость 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.

### 3.2.2 Монтаж датчиков фазового угла

#### 3.2.4.1 Монтаж датчика фазового угла типа «датчик Роговского»

На рисунке 6 представлен внешний вид датчика.



Диаметр – 190 мм, длина сигнального кабеля – 20 м

**Рисунок 6 – Внешний вид**

Монтаж датчика осуществляется в следующем порядке:

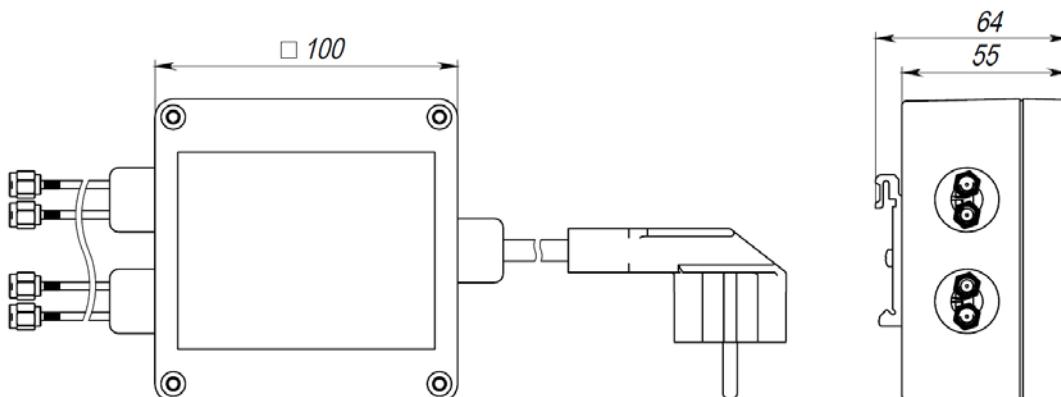
- 1) Установите датчик на фазе кабеля. Датчик рекомендуется устанавливать на фазе А кабеля;
- 2) Оставьте отрезок провода достаточной длины для облегчения последующего подключения;
- 3) Сигнальный провод датчика должен быть вставлен в гибкий металлической шланг, который устанавливается в клеммную коробку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



**Рисунок 1 – Смонтированный датчик**

### 3.2.4.1 Монтаж датчика фазового угла типа «ВЧ-4РА-НВ»

На рисунке 7 представлен внешний вид и габаритные размеры датчика.



**Рисунок 7 – Внешний вид и габаритные размеры датчика**

Монтаж датчика осуществляется в следующем порядке:

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

### 3.2.3 Установка датчика АК

Акустические датчики системы устанавливаются 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 обеспечиваться надежный акустический контакт между датчиком и корпусом муфты. Установка датчика на разные струбцины представлена на рисунке 8.



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



а) Струбцина снята с производства

б) Серийная струбцина

**Рисунок 8 – 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 9.



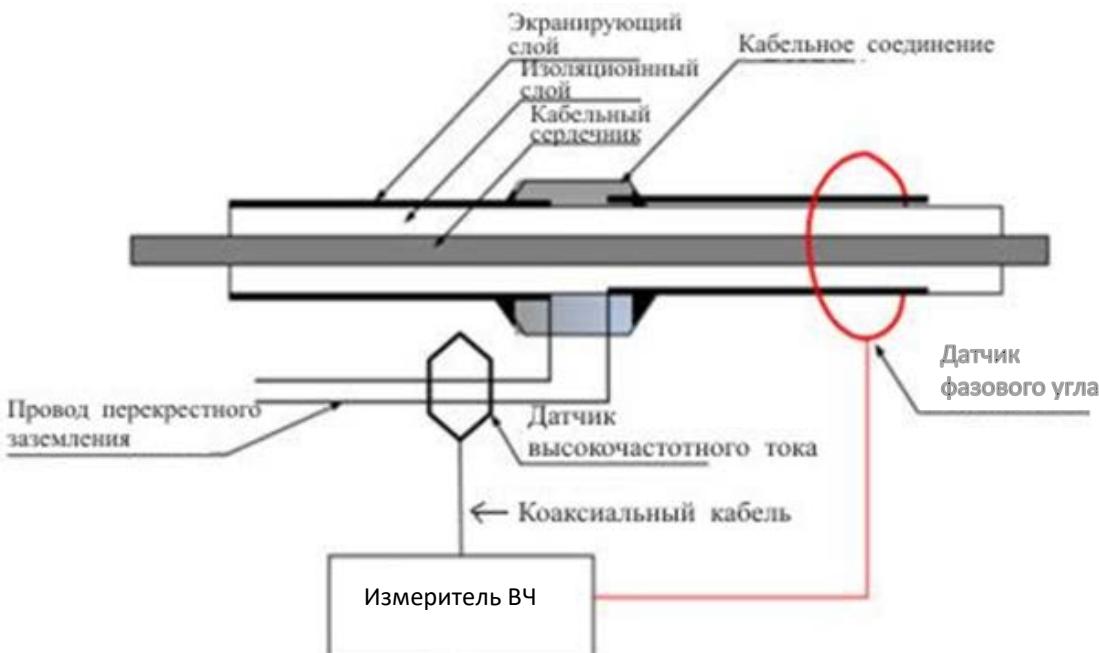
Рисунок 9 – Схема акустического датчика

### 3.2.4 Подключение датчиков

Сигнальный провод датчика частичного разряда, сигнальный провод датчика фазового угла, а также провода питания заводятся в клеммную коробку через гермоводы. Оставьте отрезок длиной приблизительно 20 см внутри для контактного соединения. Все сигнальные провода от датчика к гермоводам клеммной коробки должны проходить через металлический рукав диаметром 6 мм, а силовой провод - через металлический рукав диаметром 10 мм.

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

Принципиальная схема подключения показана на рисунке 10.



**Рисунок 10 – Принципиальная схема подключения датчиков ВЧ и датчика фазового угла Роговского на кабельной линии.**



**Примечание** – Датчик фазового угла типа ВЧ-4РА-НВ отсутствует на рисунке 17, т.к. устанавливается на DIN-рейку. См. п. 3.2.4.1.

Варианты подключения датчиков к устройству показаны на рисунках 11 – 15.

Условные обозначения:



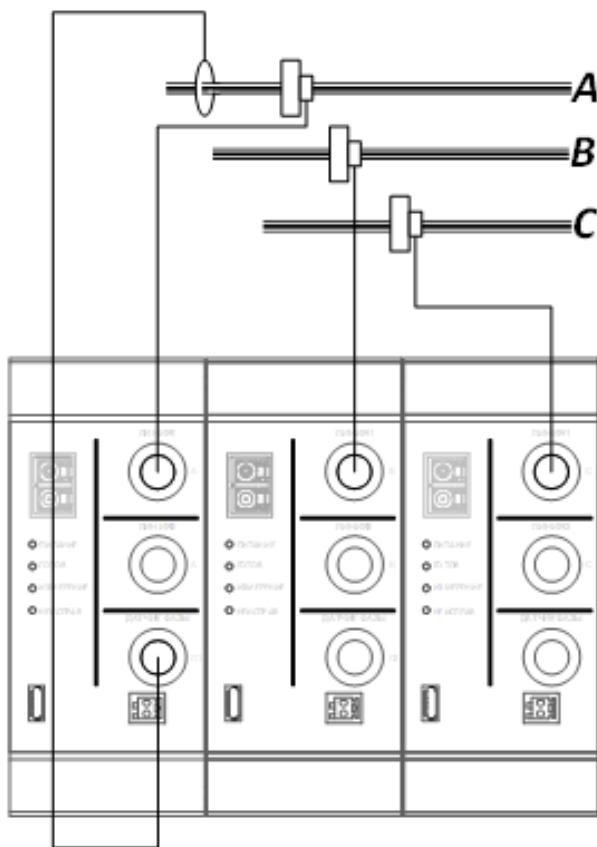
– ВЧ датчик;



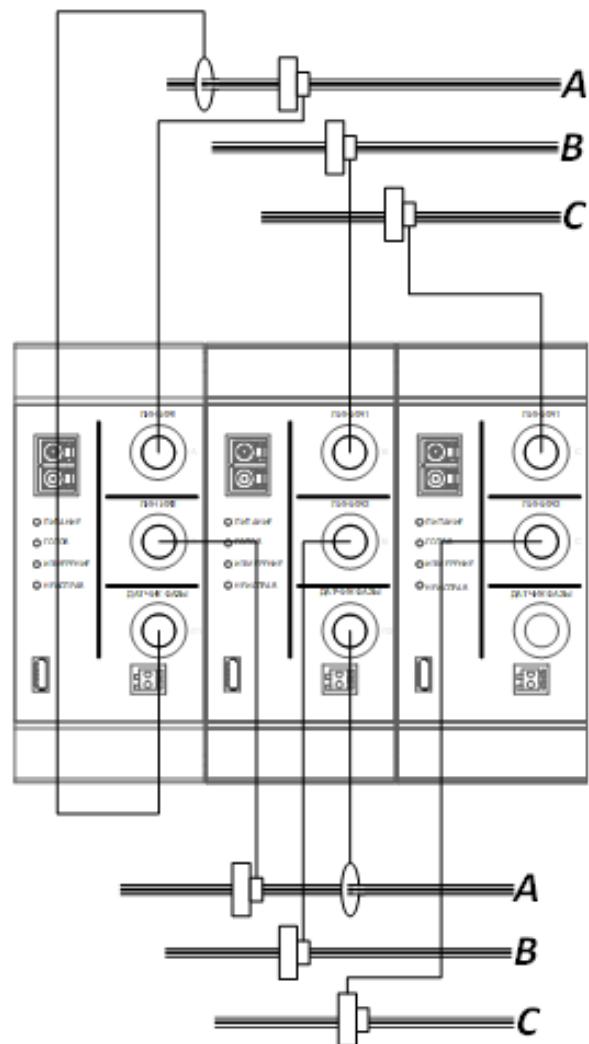
– АК датчик;



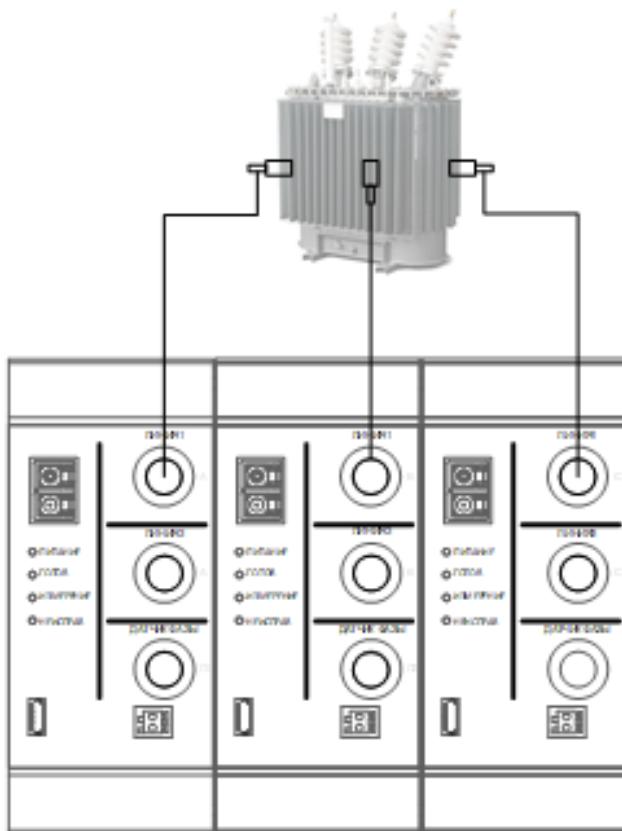
– датчик фазового угла;



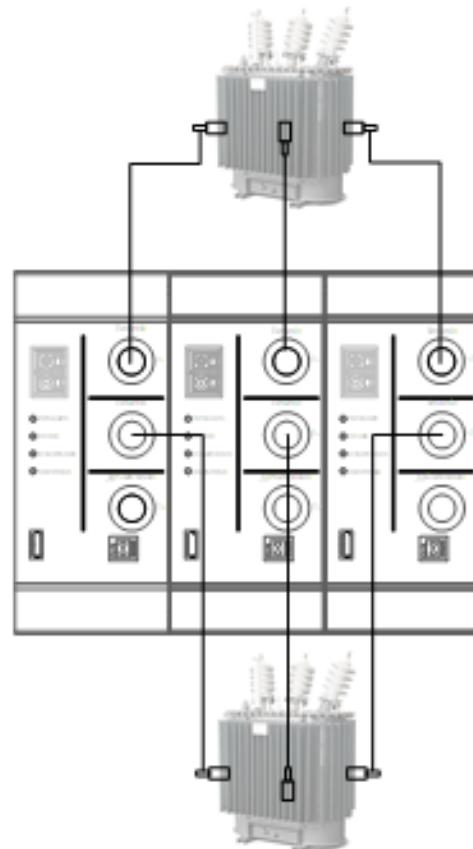
**Рисунок 11 – Синхронный контроль трех фаз одной КЛ**



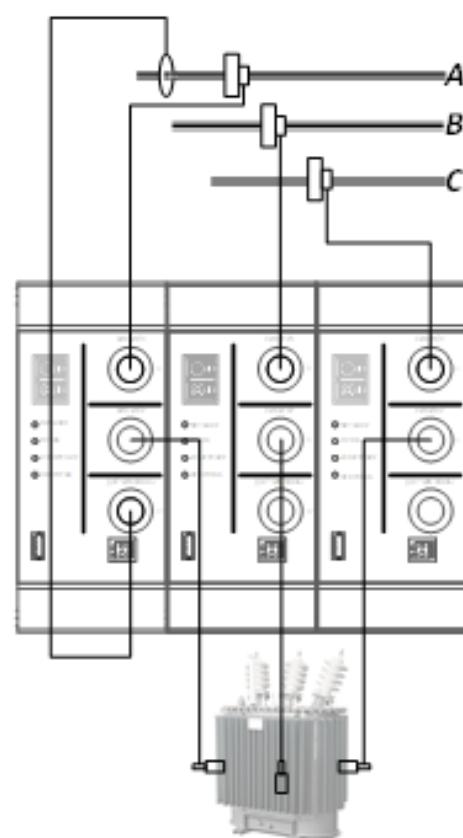
**Рисунок 12 – Одновременный контроль двух КЛ. Синхронные измерения только для одной линии**



**Рисунок 13 – Контроль трансформатора.  
Акустический ЧР**



**Рисунок 14 – Контроль двух  
трансформаторов. Акустический ЧР**



**Рисунок 15 – Одновременный контроль КЛ и 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 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 корпусах устройств из состава системы.

5.5 При выявлении при профилактическом осмотре повреждений эксплуатация системы запрещается, повреждения подлежат устраниению 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:

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

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

$q_k$  – 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 рассчитанной относительной погрешности измерений кажущего заряда проводится оценка пригодности системы к эксплуатации:

- если относительная погрешность не превосходит  $\pm 10\%$ , система допускается к дальнейшей эксплуатации до следующей калибровки;
- если относительная погрешность превосходит  $\pm 10\%$ , 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  $\pm 8\%$ , 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  $\pm 8\%$ , 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

Отдельные устройства из состава системы для проведения любых ремонтных работ рекомендуется отправлять на предприятие-изготовитель. Эксплуатирующая организация может заменить вышедшие из строя устройства, входящие в систему при наличии запасных устройств и резервных копий встроенного программного обеспечения и конфигураций. Несанкционированный доступ внутрь корпусов устройств может повлечь за собой отказ в гарантийном обслуживании 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.

К выполнению ремонтных работ на оборудовании допускаются лица, имеющие группу по электробезопасности не ниже III с правом работы на электроустановках свыше 1000 В.

## 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 2 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 хранения в таре завода-изготовителя в отапливаемом помещении – не более 3 лет.

Температура окружающего воздуха при хранении должна быть в пределах от минус 10 °C до плюс 55 °C; относительная влажность воздуха при температуре плюс 25 °C - 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)

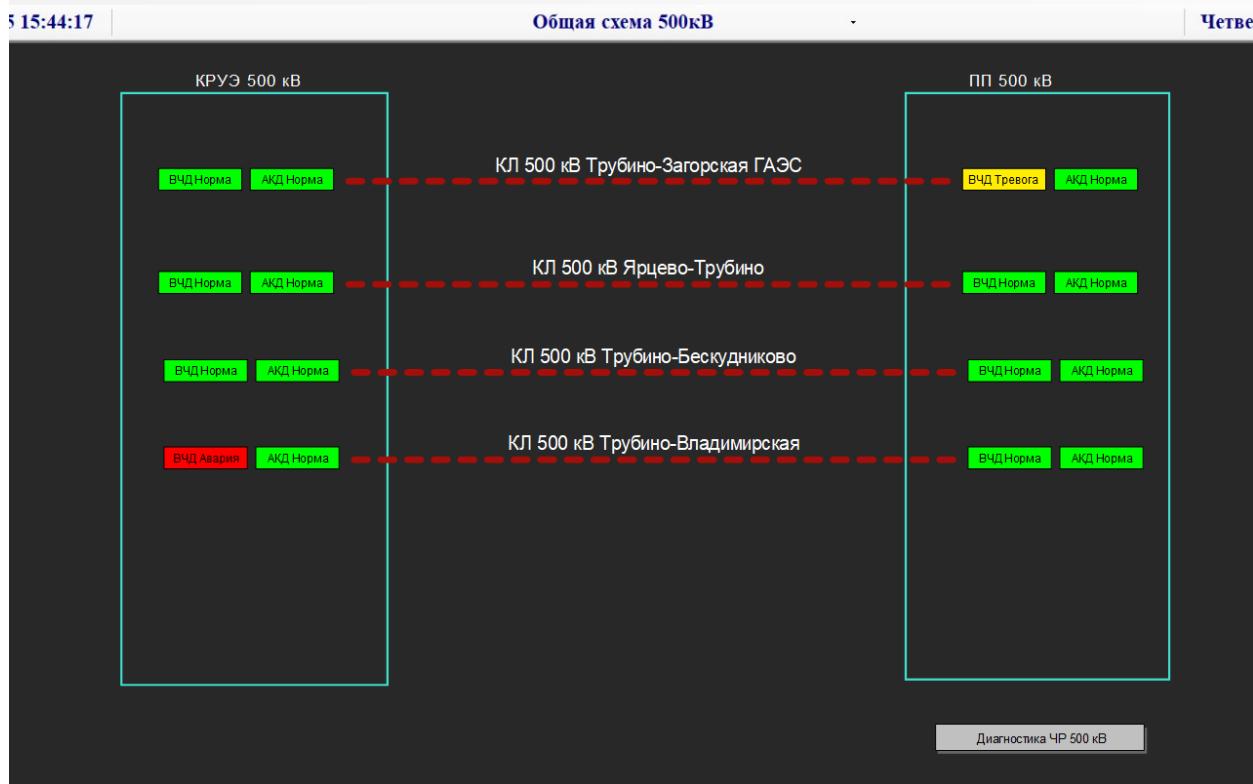


Рисунок А.1 – Внешний вид устройства

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(описание интерфейса TOPAZ-Plugin ЧР)

На основном экране отображаются схемы кабельных линий. Пример главного экрана на рисунке В.1.



**Рисунок Б.1 – Пример главного экрана**

На схеме применяются следующие элементы интерфейса оператора:

- Зеленый индикатор – уровень ЧР ниже предупредительного порога;
- Желтый индикатор – уровень ЧР хотя бы по одному параметру превысил предупредительный (тревожный) порог;
- Красный индикатор – уровень ЧР хотя бы по одному параметру превысил аварийный порог.

Мигающая рамка вокруг индикатора показывает, что данная тревога не квитирована. Если рамка мигает вокруг индикатора зеленого цвета, это означает, что по данной линии были не квитированные тревоги, по которым произошел возврат в нормальное состояние. Квитьировать тревогу можно из контекстного меню по правой клавише мыши на данном элементе «квитьировать тревогу» или из окна тревог SCADA (см. руководство пользователя TOPAZ SCADA CLIENT).

Внизу схемы расположена кнопка перехода на схему диагностики измерителей ВЧ.

При клике мышкой на любой индикатор линии, будет осуществлен переход на экран, отображающий измерения ЧР по выбранной линии. На этот же экран можно перейти по выпадающему списку схем вверху экрана или из меню «схемы».

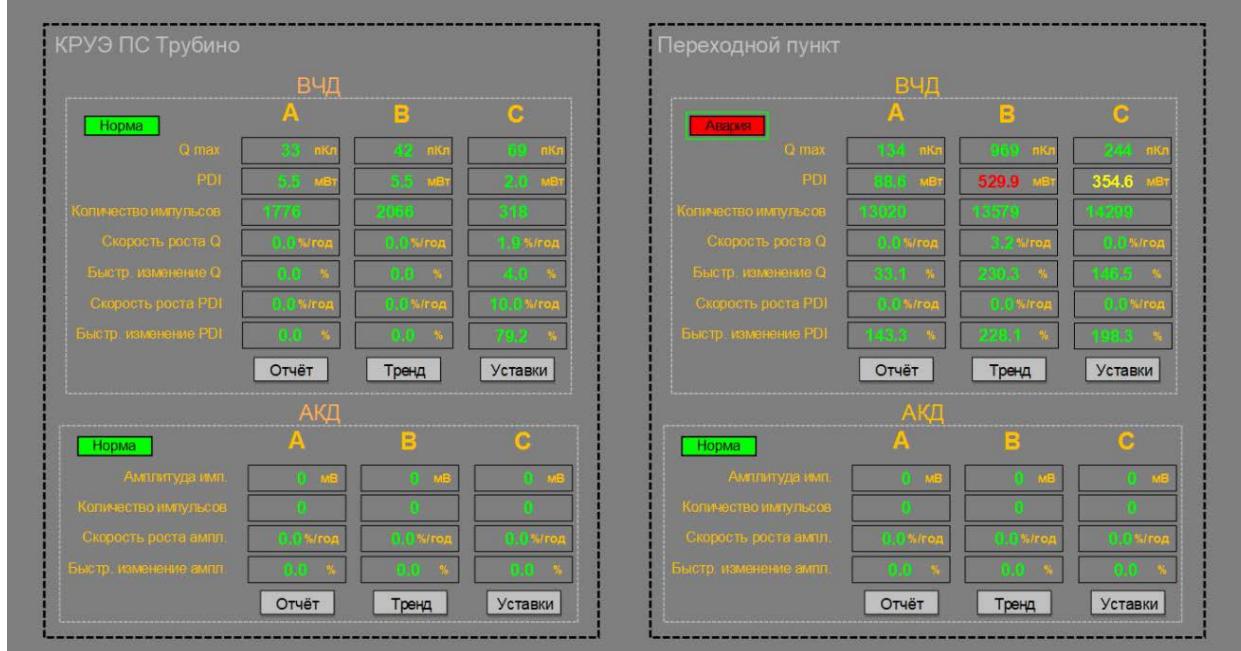


Рисунок Б.2 – Пример отображения результатов измерений ЧР

На схеме отображается подробная информация с данными *последнего произведенного измерения*. Архивные значения по каждому измерению можно посмотреть в окне архивов по клику правой клавишей мыши на любом измерении или из меню «Сервис»->«список архивируемых сигналов» (см. руководство пользователя TOPAZ SCADA CLIENT).

На схеме, в зависимости от реализации может отображаться один или оба (как в данном примере) конца линии.

В прямоугольнике ВЧД отображаются измеренные и расчетные данные от **высокочастотного** датчика ЧР для каждой фазы линии:

- Qmax - максимальное значение каждого заряда в пКл4
- PDI – мощность зарядов в мВт;
- Количество импульсов – количество зарегистрированных ВЧ импульсов за секунду;
- Скорость роста Q – тренд изменения максимального каждого заряда, рассчитанный как отношение среднего значения Q за последние десять суток к среднему значению Q за последний год;
- Скорость роста PDI – тренд изменения мощности каждого заряда, рассчитанный как отношение среднего значения PDI за последние десять суток к среднему значению PDI за последний год;
- Быстр. изменение Q – «быстрое» изменение, рассчитанное как отношение среднесуточного значения Q к среднему значению Q за последние десять дней;
- Быстр. изменение PDI – «быстрое» изменение, рассчитанное как отношение среднесуточного значения PDI к среднему значению PDI за последние десять дней.

В прямоугольнике АКД отображаются измеренные и расчетные данные от **акустического** датчика ЧР для каждой фазы линии:

- Амплитуда имп. – максимальная амплитуда акустических импульсов в мВ;
- Количество импульсов – количество зарегистрированных АК импульсов за секунду;

– Скорость роста ампл. – тренд изменения уровня АК импульсов, рассчитанный как отношение среднего значения амплитуды за последние десять суток к среднему значению амплитуды за последний год;

– Быстр. изменение ампл. – «быстрое» изменение, рассчитанное как отношение среднесуточного значения амплитуды АК импульсов к среднему значению амплитуды за последние десять дней.

Цвет отображения числовых параметров обозначает выход за заданные уставки:

- Зеленый – значение в норме;
- Желтый – значение превысило предупредительный (тревожный) порог;
- Красный – значение превысило аварийный порог.

Кнопка «уставки» позволяет изменить аварийные и предупредительные пороги срабатывания для данного канала прибора (пороги действуют на измерения по всем 3 фазам линии).

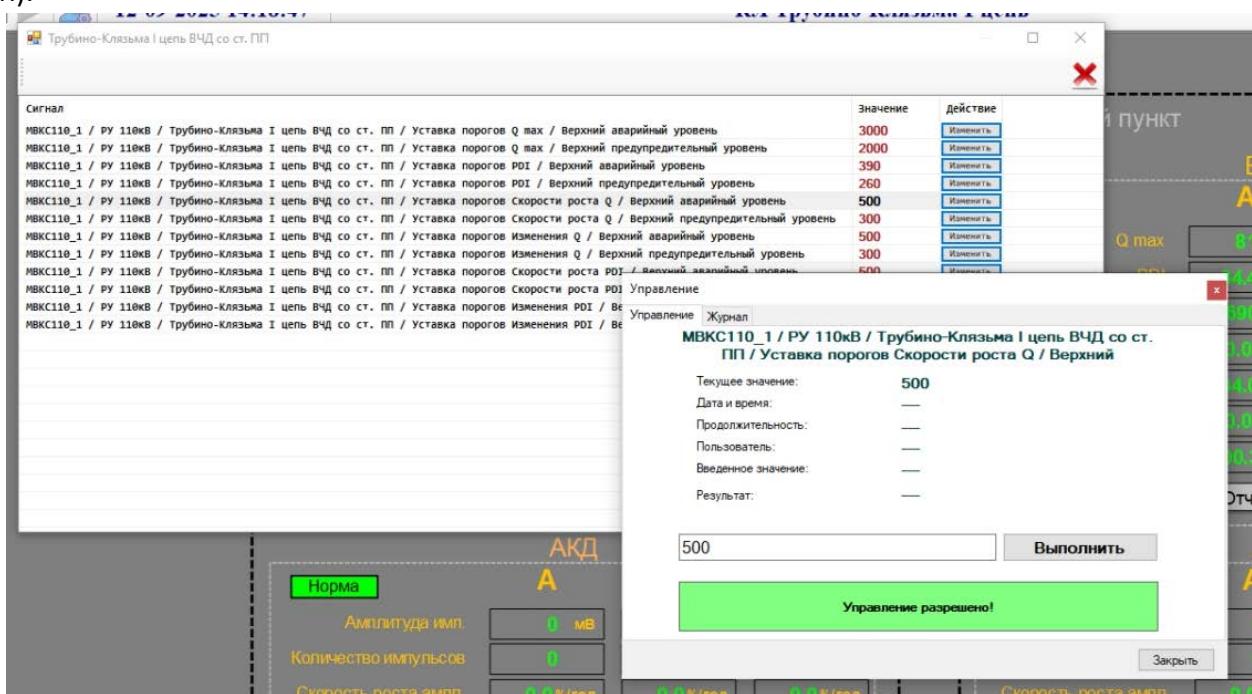


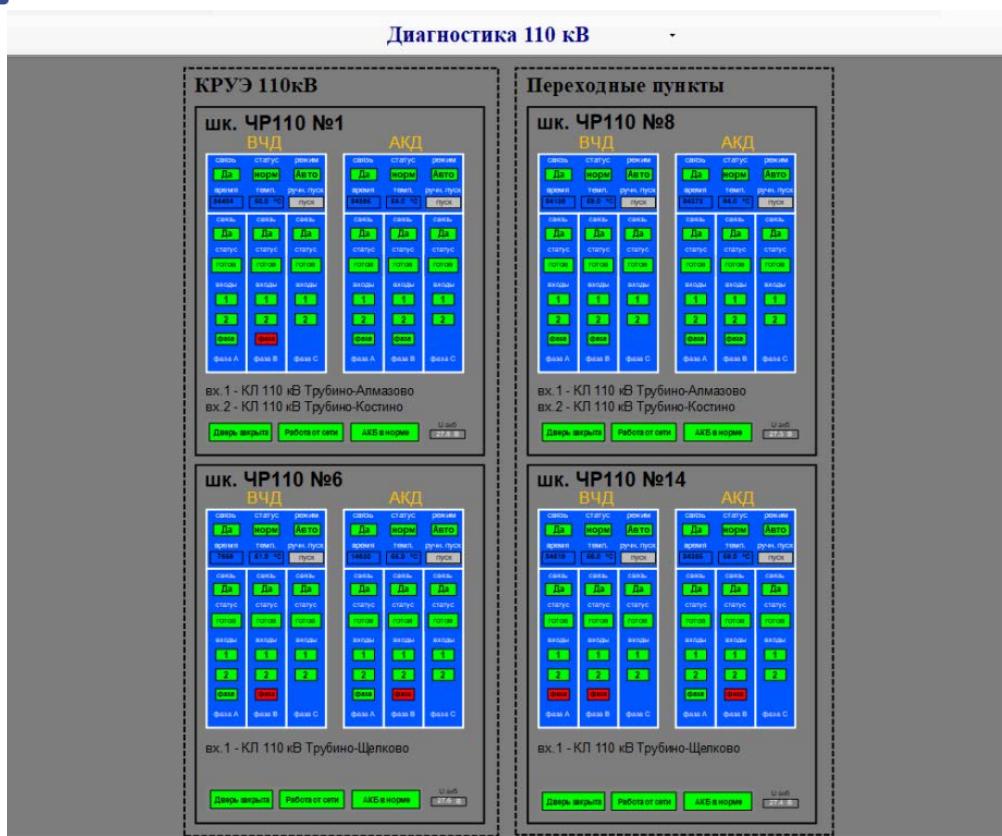
Рисунок Б.3 – Пример окна изменения уставок

По нажатию кнопки «уставки» откроется окно со списком всех пороговых уставок для данного канала. Для изменения значения надо нажать кнопку «изменить» и ввести новое значение.

Кнопка «отчет» вызывает окно просмотра списка измерений по данному каналу с возможностью просмотра графика распределения импульсов (см. ниже).

Кнопка «тренд» вызывает окно графика изменений основных параметров во времени (см. ниже).

На схему диагностики можно перейти по нажатию кнопки на главном экране или из выпадающего списка мнемосхем.



**Рисунок Б.4 – Пример окна диагностики состояния измерителей ВЧ**

На схеме отображены диагностические данные по всем приборам, сгруппированные по шкафам в соответствии с их расположением на объекте.

Для каждого шкафа отображается:

- положение двери шкафа – открыта/закрыта;
- Наличие питания – работа от сети / работа от АКБ;
- Состояние АКБ – Норма / неисправность;
- Напряжение на АКБ – при нормальной работе 26-27 вольт.

Диагностический набор сигналов для приборов АК и ВЧ одинаковый, отображается схематично в следующем виде:



**Рисунок Б.5 – Пример отображения состояния отдельного канала измерения**

В верхней части отображается тип прибора ВЧД или АКД. Значения индикаторов:

- Связь – наличие связи с прибором ЧР - Да/Нет;

- Статус – наличие сбоев в работе прибора – норм/сбой;
- Режим – режим работы прибора: «Авто» - измерения производятся автоматически с заданным интервалом; «Ручн» - измерения производятся вручную по клику на кнопку «пуск»;
- Время – время в секундах до пуска очередного измерения;
- Темп – температура внутри прибора;
- Пуск – кнопка ручного запуска измерения (если прибор в автоматическом режиме, то при клике на кнопку будет произведен внеочередной замер);
- Т.к. прибор состоит из трех модулей, по количеству фаз, ниже набор параметров для каждого модуля:
  - Связь – наличие связи с модулем - Да/Нет;
  - Статус – статус модуля: «готов» – ожидание команды; «замер» - идет процесс измерения;
  - Входы 1, 2 – индикатор состояния входов, зеленый – норма, красный – внутренняя ошибка;
  - Фаза – наличие сигнала от датчика фазы. Зеленый – есть сигнал, красный – отсутствует\*.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Отсутствие сигнала от датчика фазы может быть вызвано низким значение тока в кабельной линии. Отсутствие сигнала от датчика фазы не является сбоем или неисправностью и не влияет на точность измерений. Это влияет только на «привязку» графика распределения зарядов к углу фазы.

При нажатии на кнопку «отчет» на подробной схеме измерений, открывается окно со списком измерений для данной линии. Также это окно можно вызвать из основного меню TOPAZ SCADA.

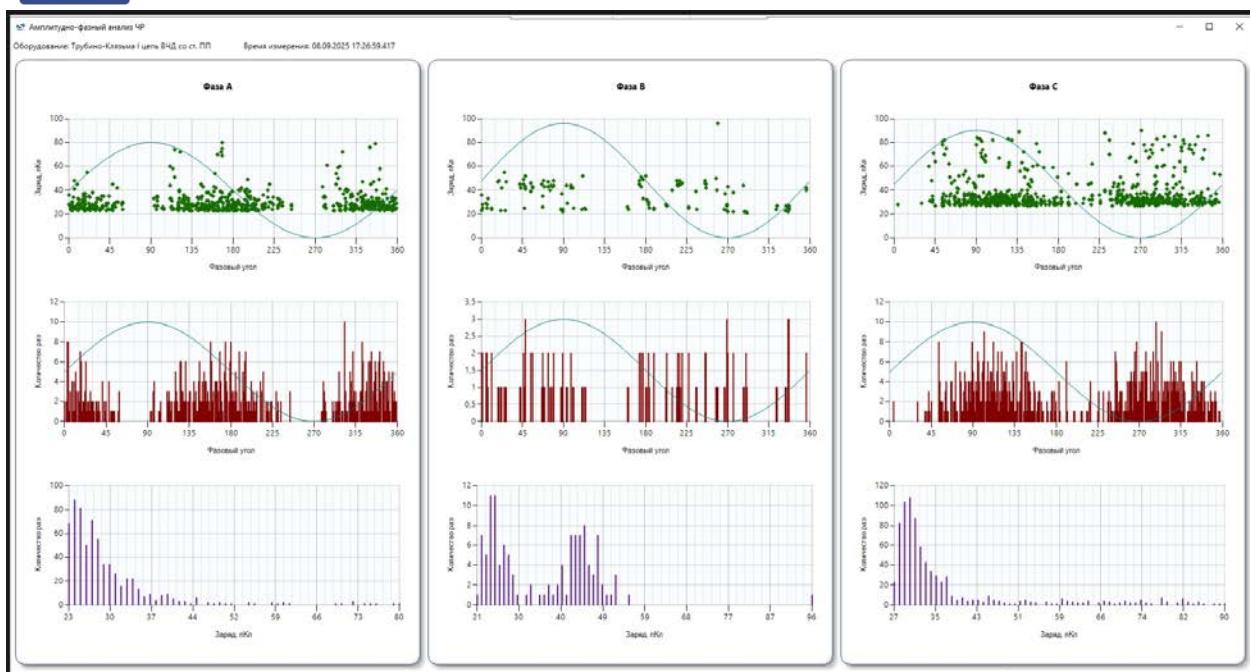
Интервал времени:		Начальное время:		Конечное время:		Оборудование:		Последовательность фаз:											
Дата/время замера	Фаза	Qmax	Превышение Qmax	Qmax+	Qmax-	Qср	PDI	Превышение PDI	PDI+	PDI-	Тип разряда	Кол-во ЧР	Кол-во ЧР+	Кол-во ЧР-	Расстояние до ЧР	Годовой рост Q	Превышение		
12.09.2025 11:24:56.28	A	17	Норма	17	0	17	0.0	Норма	0.0	0.0	1	2	2	0	8	Норма			
	B	38	Норма	38	0	19	23	Норма	0.5	0.1	1	134	116	0	0	3	Норма		
	C	0	Норма	0	0	0	0.0	Норма	0.0	0.0	0	0	0	0	7	Норма			
12.09.2025 8:20:25.633	A	18	Норма	18	0	18	0.0	Норма	0.0	0.0	1	2	2	0	0	9	Норма		
	B	60	Норма	60	21	28	1.1	Норма	1.0	0.1	1	209	188	21	0	4	Норма		
	C	36	Норма	36	0	36	0.0	Норма	0.0	0.0	1	2	2	0	0	8	Норма		
12.09.2025 5:15:55.884	A	35	Норма	35	16	23	0.0	Норма	0.0	0.0	1	11	8	3	0	10	Норма		
	B	59	Норма	59	21	31	1.2	Норма	1.0	0.2	1	188	151	37	0	4	Норма		
	C	19	Норма	19	17	18	0.0	Норма	0.0	0.0	1	8	6	2	0	10	Норма		
12.09.2025 2:11:25.909	A	22	Норма	22	0	22	0.0	Норма	0.0	0.0	1	4	4	0	0	10	Норма		
	B	67	Норма	67	21	35	1.0	Норма	0.9	0.1	1	144	126	18	0	5	Норма		
	C	41	Норма	41	18	23	0.0	Норма	0.0	0.0	1	13	9	4	0	10	Норма		
11.09.2025 23:06:55.504	A	22	Норма	22	19	19	0.1	Норма	0.0	0.0	1	23	21	2	0	—	Норма		
	B	59	Норма	59	19	31	1.0	Норма	1.0	0.0	1	189	181	8	0	—	Норма		
	C	85	Норма	85	0	43	0.1	Норма	0.1	0.0	1	15	15	0	0	—	Норма		
11.09.2025 20:02:25.822	A	—	Норма	—	—	—	—	Норма	—	—	1	—	—	2	0	—	Норма		

**Рисунок Б.6 – Пример экрана протоколов измерений**

В этом окне по умолчанию отображается список измерений для выбранной линии. В верхней части окна, можно изменить интервал времени и оборудование для которого надо отобразить измерения.

В основной части окна в виде таблицы отображается список измерений с указанием даты/времени замер и результатов измерения.

Двойной клик по любой строчке откроет окно просмотра графика распределения импульсов ЧР для выбранного измерения.



**Рисунок Б.7 – Пример отображения графиков распределения импульсов**

Для каждой фазы данные представляются на трех графиках:

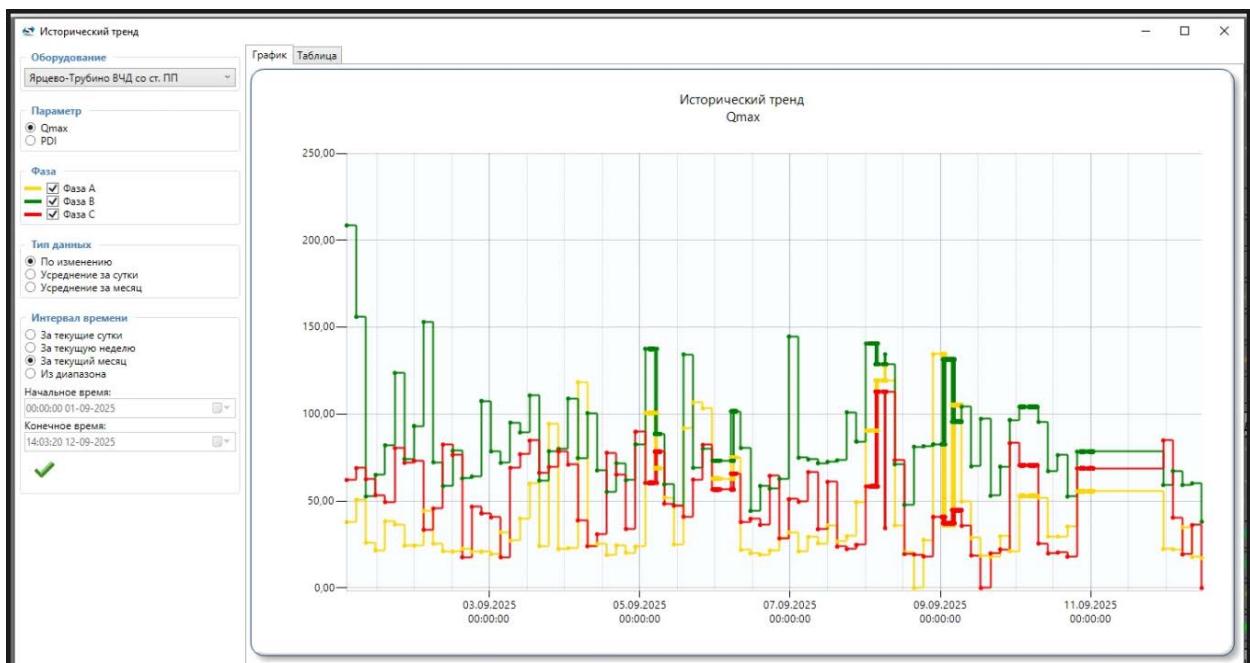
- Значение каждого заряда в зависимости от угла фазы;
- Количество импульсов в зависимости от угла фазы;
- Количество импульсов в зависимости от значения заряда.

Все графики можно масштабировать колесиком мыши.

При нажатии на кнопку «тренд» на подробной схеме измерений, откроется окно с историческим трендом для данной линии. Также это окно можно вызвать из основного меню



TOPAZ SCADA или по нажатию кнопки в окне протокола измерений.



**Рисунок Б.8 – Пример отображения трендов измерений**

Слева можно выбрать параметры отображения тренда. График отображает динамику изменений уровней ЧР по времени. На закладке «таблица» результаты замеров отображаются в табличном виде. Кнопка в левом верхнем углу позволяет выгрузить данные в файл.

The screenshot shows a software window titled "Исторический тренд" (Historical Trend). On the left, there is a sidebar with various configuration options:

- Оборудование:** Выбрано "Иривео-Трубино ВЧД со ст. ТП".
- Параметр:** Выбрано "Qmax" (radio button).
- Фаза:** Выбраны фазы A, B, C (checkboxes).
- Тип данных:** Выбрано "По измерению" (radio button).
- Интервал времени:** Выбрано "За текущий месяц" (radio button).
- Начальное время:** Установлено 00:00:00 01-09-2025.
- Конечное время:** Установлено 14:03:20 12-09-2025.

На вкладке "График" (Graph) в центре экрана отображается график динамики измерений. На вкладке "Таблица" (Table) в нижней части экрана отображается табличный вид результатов замеров. Данные таблицы:

Дата/время	Qmax, Фаза А	Qmax, Фаза В	Qmax, Фаза С
12.09.2025 11:24:56	17	38	0
12.09.2025 8:20:25	18	60	36
12.09.2025 5:15:55	35	59	19
12.09.2025 2:11:25	22	67	41
11.09.2025 23:06:55	22	59	85
11.09.2025 0:45:49	56	79	69
11.09.2025 0:45:03	56	79	69
11.09.2025 0:44:16	56	79	69
11.09.2025 0:43:09	56	79	69
11.09.2025 0:41:35	56	79	69
11.09.2025 0:41:01	56	79	69
11.09.2025 0:38:20	56	79	69
11.09.2025 0:36:49	56	79	69
11.09.2025 0:34:43	56	79	69
11.09.2025 0:32:12	56	79	69
11.09.2025 0:30:39	56	79	69
11.09.2025 0:28:29	56	79	69
11.09.2025 0:21:49	56	79	69
11.09.2025 0:20:39	56	79	69
11.09.2025 0:14:43	56	79	69
11.09.2025 0:01:15	56	79	69
11.09.2025 0:00:40	56	79	69
11.09.2025 0:00:29	56	79	69
10.09.2025 23:59:47	56	79	69
10.09.2025 23:59:42	56	79	69
10.09.2025 23:59:03	56	79	69

Рисунок Б.8 – Пример отображения параметров трендов измерений