

Прибор контроля изоляции трансформаторов тока

## **CT-Relay**

Руководство по эксплуатации  
ВЦ 411729.026 РЭ

## Оглавление

1	Описание и технические параметры прибора системы мониторинга СТ-Relay .....	3
1.1	Описание системы.....	3
1.2	Основные технические данные.....	5
1.3	Внешний вид прибора « СТ-Relay».....	7
1.4	Алгоритмы работы системы СТ-Relay.....	8
1.4.1	Алгоритмы регистрации небаланса токов проводимости и тангенсов угла потерь .....	8
1.4.2	Алгоритмы расчета текущих технических параметров трансформаторов тока.....	9
1.4.3	Алгоритмы анализа изменений параметров трансформаторов тока.....	11
1.4.4	Алгоритмы регистрации частичных разрядов .....	12
1.5	Режимы работы светодиодов прибора .....	14
1.6	Режимы работы реле прибора .....	15
1.7	Порядок выполнения работ .....	15
2	Выносной индикатор.....	17
2.1	Назначение выносного индикатора .....	17
2.2	Просмотр показаний .....	17
2.3	Настройка прибора.....	18
2.3.1	Включение прибора.....	18
2.3.2	Архив прибора .....	19
2.3.3	Меню прибора.....	20
3	Программное обеспечение «СКИ» .....	28
3.1	Назначение ПО СКИ.....	28
3.2	Условия выполнения программы .....	28
3.3	Установка программы.....	28
3.4	Выполнение программы .....	28
3.4.1	Запуск программы.....	28
3.4.2	Окно базы данных.....	31
3.4.3	Настройка прибора при помощи ПО СКИ .....	32
3.4.4	Калибровка прибора .....	43
3.4.5	Балансировка прибора.....	44

# 1 Описание и технические параметры прибора системы мониторинга CT-Relay

## 1.1 Описание системы

Система CT-Relay предназначена для контроля изоляции высоковольтных трансформаторов тока (ТТ) под рабочим напряжением в режиме постоянного мониторинга, выявления изменений контролируемых параметров, включение систем сигнализации.

Состав технических средств системы CT-Relay:

- Микропроцессорный прибор CT-Relay (далее по тексту - прибор), который смонтирован в монтажный шкаф с системами защиты по линиям питания и датчиков, имеющий внутренний подогрев;
- Набор датчиков контроля токов проводимости и частичных разрядов (ЧР);
- Соединительные кабели и металлорукав;
- программное обеспечение для считывания информации в компьютер.

Система CT-Relay в целом, позволяет контролировать несколько параметров, отражающих состояние изоляции трансформаторов тока:

- небаланс токов проводимости;
- тангенс угла потерь и емкость под рабочим напряжением;
- скорость изменения небаланса токов проводимости;
- рассчитывать зависимость небаланса токов проводимости от температуры (температурный коэффициент);
- амплитуду и интенсивность частичных разрядов;
- скорость изменения амплитуды и интенсивности частичных разрядов;

- частотные характеристики импульсов частичных разрядов;
- анализировать параметры ЧР и диагностировать возможные проблемы изоляции ТТ.

Основными источниками сигналов служат специально разработанные датчики марки DB-2 ТТ, монтируемые в разрыв заземления экрана ТТ в клеммной коробке. Датчик DB-2 ТТ снимает с измерительного вывода комплексный сигнал, содержащий ток проводимости промышленной частоты и высокочастотный сигнал частичных разрядов. Возможно так же использование датчиков ЧР марки RFCT (Radio Frequency Current Transformer) для контроля частичных разрядов в изоляции, в случае если трансформатор тока конструктивно не имеет вывода заземления экрана. Датчики RFCT монтируются на вторичные цепи трансформаторов тока.

Сигналы с датчиков внутри прибора объединяются на нагрузочных сопротивлениях, соединенных в звезду. При проведении пуско-наладочных работ после монтажа системы производится уравнивание входных сигналов цифровыми сопротивлениями, установленными внутри прибора - «балансировка измерительной схемы» прибора. Далее микропроцессорный модуль контролирует появление напряжения смещения ( $U_{nn}$ ), между общей землей, и искусственно созданной нулевой точкой. Благодаря применению фильтров прибор не чувствителен к наличию высших гармонических составляющих в напряжении с датчиков.

Через заданные интервалы времени прибор проводит измерение напряжения смещения и уровень частичных разрядов. В приборе имеется выходное реле, включаемое при превышении защитного порога.

Полученную информацию прибор хранит в энергонезависимой памяти, что позволяет также выявлять тенденции в изменении состояния изоляции.

Передача информации в системы верхнего уровня производится по интерфейсу RS-485 (протоколам Modbus RTU или TCP) и USB.

## 1.2 Основные технические данные

Система может эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха от  $-40$  до  $+70$  °С и относительной влажности воздуха до 95% без конденсации влаги.

Основные технические данные и характеристики соответствуют данным, приведенным в таблице (Таблица 1.1).

Таблица 1.1

Количество контролируемых трансформаторов тока	3
Рабочее напряжение трансформаторов	110-500 кВ
Количество каналов измерения температуры	1
Количество каналов измерения влажности	1
Количество каналов контроля ЧР	3
Количество встроенных выходных реле управления (сухой перекидной контакт)	3
Объем энергозависимой памяти (FLASH) для хранения информации	64Мб
Управление сигнализацией (сухой контакт)	5А, 250В
Порты внешней связи реле «СТ-Relay»	RS-485, USB
Габаритные размеры реле «СТ-Relay» без монтажного шкафа	222 x 170 x 35 мм
Объем энергонезависимой памяти для хранения информации (FLASH)	4 МБ
Диапазон рабочих температур	от $-40$ до $+50$ оС
Относительная влажность воздуха	до 95% при температуре плюс 25°С

Диапазон измеряемых величин представлен в таблице (Таблица 1.2).

Таблица 1.2

Измеряемая величина	Диапазон измерения
Ток проводимости	5 – 120 мА *
Частотный диапазон регистрируемых импульсов ЧР	0,5 – 10 МГц
Динамический диапазон регистрируемых импульсов ЧР	70 дВ
Фазовая точность определения момента возникновения импульса относительно синусоиды промышленной частоты	7,5 град
Максимальное напряжение на входе	до 10 В
Измеряемая температура	-50 – +150 °С
Влажность воздуха	0 – 100 %

### 1.3 Внешний вид прибора «CT-Relay»

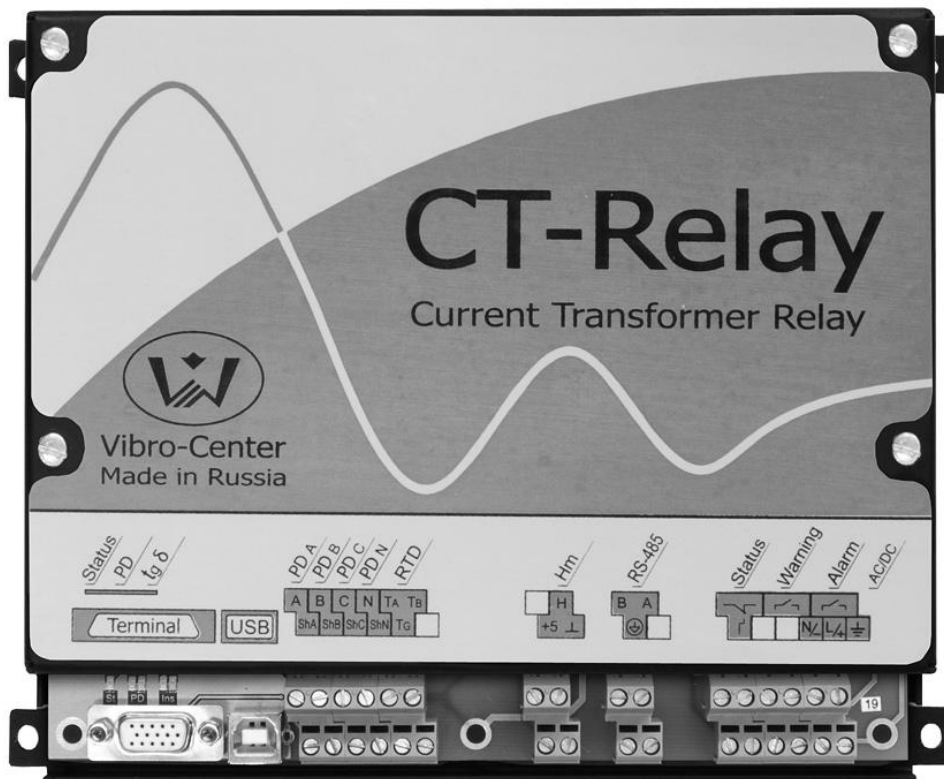


Рисунок 1.1 Внешний вид прибора

Конструктивно прибор выполнен в виде одного блока. В нижней части прибора расположены клеммы и разъемы для подключения к прибору:

- разъем для подключения выносного пульта управления (Terminal);
- светодиод (Status) отражающий текущее состояние прибора;
- 2 светодиода (PD) отражающие превышения тревожных и аварийных границ уровнем амплитудой и/или интенсивностью ЧР;

- 2 светодиода ( $tg\delta$ ) отражающие превышения тревожных и аварийных границ уровнем небаланса.
- разъем для подключения по интерфейсу USB;
- 3 разъема для подключения датчиков DB-2 ТТ или RFCT;
- 1 разъем для подключения датчика температуры (RTD);
- 1 разъем для подключения датчика влажности (Hm);
- 1 разъем для подключения по интерфейсу RS-485;
- реле состояния прибора (Status);
- реле превышения тревожного порога (Warning);
- реле превышения аварийного порога (Alarm);
- разъем для подключения питания (AC/DC).

#### 1.4 Алгоритмы работы системы CT-Relay

Технические характеристики и возможности оперативного анализа технического состояния и диагностики дефектов определяются внутренними алгоритмами, реализованные в микропроцессоре прибора. Наиболее важными являются алгоритмы регистрации, обработки и анализа информации.

##### 1.4.1 Алгоритмы регистрации небаланса токов проводимости и тангенсов угла потерь

Для исключения влияния температурного дрейфа пассивных и активных элементов измерительной схемы в приборах применен принцип калибровки всего измерительного тракта непосредственно перед измерением и сразу же после него. При поступлении сигнала о начале измерений прибор проводит синхронную калибровку измерительных каналов от сигнала одной из фаз и от тестового сигнала, создаваемого при помощи тестового генератора внутри прибора, синхронизированного с питающей сетью. На основании данного измерения определяются амплитудные и фазовые погрешности каждого измерительного канала, которые будут использованы при проведении реального измерения токов проводимости.



С целью проверки истинности полученных в результате измерения технических параметров используются алгоритмы усреднения. С этой целью полные циклы измерения проводятся многократно, а полученные данные сравниваются между собой, при необходимости бракуются, и усредняются. Таким образом, удается отстроиться от нестационарных помех, которые могут сопровождать некоторые однократные измерения. Количество усреднений выбирается при настройке прибора.

С целью уменьшения влияния параметров питающей сети на точность расчета тангенса угла потерь в приборах СТ-Relay реализован алгоритм самообучения, когда прибор определяет статистически постоянные параметры питающей сети за некоторый период наблюдения. Параметры работы этого алгоритма могут быть модернизированы пользователем при монтаже и эксплуатации прибора.

Принцип работы алгоритма следующий: за определенный период времени, например, месяц, прибором создается усредненная модель питающей сети, когда параметры векторов напряжений фаз усредняются статистическими методами. Далее все расчеты изменения параметров трансформаторов тока проводятся относительно этих усредненных векторов. В результате погрешность расчета тангенсов угла потерь, проводимого относительно векторов питающего напряжения, уменьшается.

Алгоритм самоадаптации прибора к параметрам изменяющейся питающей сети проводится при его первичном запуске в эксплуатацию, и непрерывно, когда во всех расчетах используются величины векторов, усредненные, например, за 30 дней. Это определяется настройками прибора, которые можно произвести как на месте, при помощи подключаемого экрана, так и дистанционно, сделав все изменения с компьютера системы АСУ-ТП по линии связи.

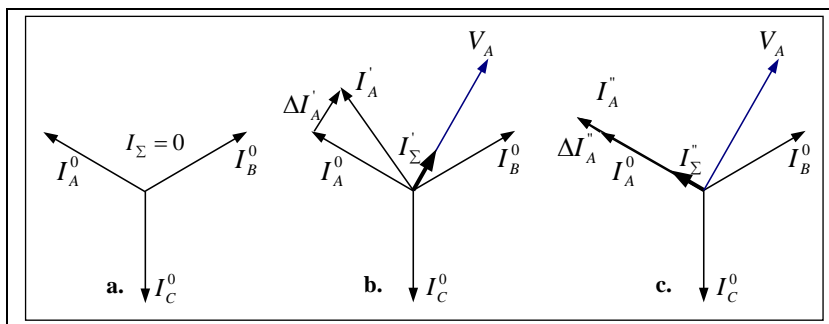
#### 1.4.2 Алгоритмы расчета текущих технических параметров трансформаторов тока

Небаланс токов проводимости - простой и надежный параметр, показывающий изменение состояния изоляции трансформаторов тока. В приборе небаланс токов проводимости обозначается как вектор «Unp», что указывает на то, что это

напряжение между двумя точками, являющимися нейтральными. С одной стороны, это нейтральная точка звезды, собранной из резисторов, на которых выделяются падения напряжения, пропорциональные токам проводимости фаз, с другой стороны, это нейтральная точка звезды, собранная из подстроечных резисторов, при помощи которых проводится балансировка входных токов в приборе. Вектор напряжения небаланса измеряется в процентах от величины фазного тока.

Основой для включения прибором защит, является не только результат измерений небаланса, а наличие явно выраженных изменений контролируемого параметра во временном тренде. Время анализа такого тренда в приборе настраивается при его запуске на контролируемом объекте.

Расчет тангенса угла потерь производится без использования опорного напряжения. В качестве референса для расчетов используются вектора токов проводимости двух других фаз, контролируемых трансформаторов тока. Так можно проводить расчет только в том случае, когда изменения возникают только в одном трансформаторе тока, два других остаются в хорошем состоянии. При изменении параметров двух трансформаторов тока система тоже «сработает», но с меньшей чувствительностью, и с ошибкой определения дефектного трансформатора тока. Тем не менее, такой подход используется в методе контроля вектора небаланса токов проводимости, и справедлив в 95 процентов случаев повреждения трансформаторе тока.



Для иллюстрации работы внутренних алгоритмов прибора приведены три векторные диаграммы токов проводимости 3-х фаз

трансформаторов тока. Векторная диаграмма «а» соответствует случаю сбалансированной системы трех токов проводимости. Диаграмма «b» на рисунке соответствует случаю, когда изменился тангенс угла потерь фазы «А». Диаграмма «с» соответствует случаю, когда изменилась величина емкости фазы «А».

Существующий в приборе математический аппарат позволяет автоматически выявлять относительные изменения тангенсов и емкостей, относительно базовых значений, измеренных векторными мостами, с указанием дефектной фазы и вида изменения параметров трансформатора тока.

#### 1.4.3 Алгоритмы анализа изменений параметров трансформаторов тока.

Использование временных трендов с регулируемой длительностью, глубиной временного анализа, позволяет на ранней стадии выявить изменения в изоляции трансформаторов тока.

Использование температурных зависимостей для анализа состояния трансформаторов тока обязательно в системах, в которых производится сравнение текущего технического состояния с начальным состоянием, базовым, которое признается нормальным и бездефектным.

При установке системы мониторинга один из трансформаторов тока уже мог иметь дефекты начального и среднего уровня развития, что невозможно проверить, проводя предварительные измерения тангенсов углов потерь с использованием испытательных напряжений, которые, обычно, меньше номинальных. После проведения балансировки такие трансформаторы тока будут считаться нормальными, что не соответствует истинному состоянию дел.

Если же в течение нескольких первых месяцев мониторинга обращать особое внимание на наличие связи параметров трансформаторов тока с температурой, то можно установить, какой трансформаторов тока имел на момент монтажа системы мониторинга внутренние дефекты изоляции.

**Внимание!** После пуска контролируемого оборудования в эксплуатацию необходимо отбалансировать измерительную схему!

#### 1.4.4 Алгоритмы регистрации частичных разрядов

Система контроля состояния изоляции трансформаторов тока по частичным разрядам в приборе СТ-Relay использует для своей работы 3 входных сигнала с датчиков ЧР. Эти сигналы «коммутируются» внутри прибора, в котором смонтированы все разделительные цепи. Как только кабель от датчика подключается к входному разъему, предназначенному для контроля токов проводимости, информация о частичных разрядах поступает на соответствующие каналы прибора.

Система аналоговой и цифровой фильтрации работает в режиме реального времени и анализирует форму и длительность каждого импульса, приходящего в прибор по одному контролируемому каналу.

В основе работы алгоритмов автономной фильтрации импульсов ЧР от помех лежит несколько основных определений.

Во-первых, импульс, потенциально, считается истинным только в том случае, когда он имеет частотный диапазон от одного до десяти мегагерц. Именно этот диапазон частот наиболее информативен для регистрации импульсов от частичных разрядов, возникающих в изоляции трансформаторов тока.

Во-вторых, системой предъявляются жесткие требования к форме импульса. Каждый импульс, пришедший с первичного датчика и имеющий указанный диапазон частот, в режиме реального времени, автоматически проверяется на крутизну переднего фронта, на минимальную и максимальную длительность, на наличие паузы после импульса.

После всех этих проверок, когда делается предположение, что «зарегистрированный импульс очень похож на импульс от частичного разряда в изоляции», в приборе запускаются специализированные алгоритмы, целью которых является выявление места возникновения

зарегистрированных частичных разрядов. Все эти алгоритмы работают на основе взаимного анализа частичных разрядов, которые пришли от нескольких первичных датчиков практически одновременно.

Дополнительную возможность для отстройки от помех дает привязка всех импульсов к синусоиде питающей сети, с разбивкой всех импульсов по некоторым фазовым зонам, ширина которых 7,5 градусов. Для этого регистрация всех импульсов в приборе производится с учетом фазы рабочего напряжения в контролируемом высоковольтном устройстве, что также позволяет, в дальнейшем, более эффективно провести анализ состояния изоляции.

Основными параметрами контроля частичных разрядов являются:

- Амплитуда (Q02) ЧР при частоте следования импульсов 0.2 импульса за период питающей сети (или 10 импульсов за секунду при 50Гц);

- Мощность ЧР (PDI).

При каждом импульсе ЧР мы дополнительно впрыскиваем из источника напряжения «кажущийся» заряд. Заряд инжeksiруется мгновенно при конкретном напряжении источника. Значит энергия, которая дополнительно вводится из-за единичного ЧР, равна заряду умноженному на мгновенное напряжение на объекте. Далее нужно просуммировать все импульсы и получить полную энергию. Если полную энергию поделить на полное время суммирования, то получим мощность ЧР. Этот параметр называется мощностью потерь на частичные разряды, которая учитывает приложенное напряжение, приведенное к одному периоду питающей сети.

Формула расчета мощности:

$$P = \frac{1}{T} \times \sum_1^m Q_i \times V_i$$

где:

- P – мощность разрядов, W,
- T – время наблюдения, s,
- m – число зарегистрированных импульсов за время T, и

- $Q_i V_i$  – энергия  $i$ -го импульса
- Скорость изменения амплитуды и мощности частичных разрядов (разы в год).

**Внимание!** После монтажа прибора необходимо откалибровать чувствительность каналов измерения частичных разрядов!

## 1.5 Режимы работы светодиодов прибора

Прибор СТ-Relay имеет 5 светодиодов:

1. Диод состояния прибора (Status). Горит постоянно при нормальном состоянии прибора. Быстро (примерно 2 раза в секунду) включается/ отключается при ошибке или неисправности модуля. Медленно (примерно раз в 2 секунды) включается/ отключается во время регистрации замера. Не горит – прибор выключен или неисправен.
2. Диод контроля уровня частичных разрядов (зеленый). Горит постоянно в включенном мониторинге ЧР и недостижении амплитудой и интенсивностью импульсов ЧР тревожной границы. При наличии превышения тревожной границы или отключении контроля ЧР – отключается.
3. Диод состояния по уровню частичных разрядов (красный). Горит постоянно при превышении амплитудой или интенсивностью импульсов ЧР тревожной границы.
4. Диод контроля уровня небаланса (зеленый). Горит постоянно в включенном контроле уровня небаланса и недостижении им тревожной границы. При наличии превышения тревожной границы или отключении контроля небаланса – отключается.
5. Диод состояния по уровню небаланса (красный). Горит постоянно при превышении амплитудой небаланса тревожной границы.

## 1.6 Режимы работы реле прибора

Прибор СТ-Relay имеет 3 реле:

1. Реле состояния прибора. После включения прибор переходит в режим тестирования и проверки входных каналов. Если все проверки выполнены, и прибор перешел в режим мониторинга реле 1. Реле постоянно включено при нормальном режиме работы прибора. При возникновении ошибки и при выключении прибора контакты реле переключаются в исходное положение.
2. Реле тревожного состояния измеряемых параметров. Реле замыкается при превышении уровнем небаланса или уровнем интенсивности или амплитуды импульсов частичных разрядов порога тревожного состояния. Одновременно загорается красный светодиод на панели прибора. Реле отключается при снижении значения параметра ниже порога плюс установленный процент гистерезиса.
3. Реле аварийного состояния измеряемых параметров. Реле замыкается при превышении уровнем небаланса порога аварийного состояния. Одновременно загорается красный светодиод на панели прибора. Реле отключается при снижении значения параметра ниже порога плюс установленный процент гистерезиса.

**Внимание!** Реле 2 может быть отключено в настройках прибора или может быть установлен режим включения реле на определенное время.

## 1.7 Порядок выполнения работ

Пуско-наладочные работы выполняются в следующем порядке:

1. Монтаж прибора и датчиков, в соответствии с руководством по монтажу;
2. Настройка прибора в соответствии с руководством по эксплуатации. Наиболее важные для работы прибора параметры:
  - Рабочее (линейное) напряжение;
  - Значения тангенса и емкости ТТ.
3. Калибровка каналов измерения ЧР<sup>1</sup>. Калибровка выполняется на отключенном ТТ, ТТ должен быть разземлен или расшинован.
4. Балансировка схемы измерения состояния вводов<sup>2</sup>. Балансировка выполняется на включенном оборудовании.

---

<sup>1</sup> Может не выполняться при отключенном контроле ЧР или в случае, если ТТ одноступенчатые, и не предполагается сравнение показаний с показаниями приборов, установленных на ТТ других типов.

<sup>2</sup> Не выполняется, если установлены датчики регистрации только частичных разрядов (RFCT).



## 2 Выносной индикатор

### 2.1 Назначение выносного индикатора

Прибор может поставляться в комплекте с выносным индикатором, подключаемым к разъему «Terminal».



Рисунок 2.2

Индикатор имеет клавиатуру, состоящую из 8-ми кнопок.

- «Esc» - используется для отмены каких-либо операций, возврата к предыдущему меню и т.п.;
- «←», «→», «↑», «↓» (стрелки) - используются для изменения параметра на индикаторе, изменения пунктов меню настроек прибора, изменения параметров настройки прибора и т.п.;
- «Ent» - используется для выбора текущего пункта меню, для подтверждения ввода в текущее поле ввода;
- «Mem» - просмотр данных в памяти прибора;
- «Mod» - режим настроек параметров прибора.

### 2.2 Просмотр показаний

Прибор включается сразу после подачи питания. На экране индикатора, подключаемого через разъём Terminal, появляется заставка с наименованием модуля, происходит инициализация компонентов модуля и осуществляется тестирование. Если при

загрузке и тестировании модуля выявлены неполадки, на индикаторе отображается информация об ошибке.

Далее модуль переходит в режим мониторинга.

Запуск регистрация новых замеров производится по расписанию.

В режиме мониторинга между регистрацией замеров на индикаторе с заданным интервалом последовательно отображаются данные последнего зарегистрированного замера. С помощью клавиш «←», «→», «↑», «↓» можно переключиться между отображением различных параметров.

Всего в приборе отображается на экране следующие данные:

- текущие дата и время прибора;
- дата и время регистрации следующего замера;
- частота сети;
- температура окружающей среды;
- влажность окружающей среды;
- превышенные аварийные пороги;
- уровень интенсивности ЧР;
- тренд интенсивности ЧР;
- амплитуда импульсов ЧР  $Q_{max}$ ;
- тренд амплитуды импульсов;
- амплитуда небаланса;
- фаза небаланса;
- амплитуда и фаза температурного коэффициента;
- Тангенс и емкость трансформаторов тока.

## 2.3 Настройка прибора

### 2.3.1 Включение прибора



Рисунок 2.3

При включении прибор загружает данные, на экране при этом отображается строка «loading...». После выполнения этой операции прибор переходит в режим ожидания команд пользователя с клавиатуры индикатора или по интерфейсам связи, отображения информации и отработки расписания.

С помощью клавиатуры прибора, из режима ожидания можно выполнить следующие действия:

- «Mem» - просмотр архива;
- «Mod» – вход в меню прибора.

Из любого окна ввода/или подтверждения прибор автоматически переходит в режим ожидания, если не происходит ни одного нажатия клавиш в течение 30 минут.

### 2.3.2 Архив прибора



Рисунок 2.4

При нажатии «Mem» – выводится список сохраненных замеров, если нет замеров – выводится сообщение об этом, и ожидается подтверждение (любой кнопкой).

С помощью «Вверх» или «Вниз» можно выбрать интересующий замер, нажать «Ent». Выведется окно с интегральными параметрами по каналу – переключение каналов – кнопки «Влево» и «Вправо».

Возврат из просмотра замера к списку замеров – «Esc».

Если в окне просмотра архива нажать «Mem», то прибор предложит удалить замер.



Рисунок 2.5

«Esc» – отказаться. «Ent» – согласиться, «Mem» – перейти к удалению всего архива.



Рисунок 2.6

Если в окне удаления архива нажать «Ent» или «Mem», то прибор удалит весь архив данных и, сообщив о том, что у Вас в архиве нет замеров, выйдет из просмотра.

### 2.3.3 Меню прибора

#### 2.3.3.1 Структура меню

Для входа в меню нужно нажать «Mod» в появившемся окне ввода пароля ввести «5421», нажать «Ent» и подождать секунд 20-30.



Рисунок 2.7

Структурно меню организовано в виде списка, в один момент времени на экране отображается один пункт меню. Переключение между пунктами осуществляется с помощью кнопок «Влево», «Вправо», выбор пункта – «Ent».

Список меню, имеет следующие пункты:

1. Режим мониторинга (п.2.3.3.2);
2. Установка текущей даты (п. 2.3.3.3);
3. Установка текущего времени (п. 2.3.3.6);
4. Настройка планировщика (п. 2.3.3.5);
5. MODBUS адрес прибора (п. 2.3.3.6);
6. Скорость обмена по интерфейсу RS-485 (п. 2.3.3.7);
7. Параметры объекта (п. 2.3.3.8);
8. Общие параметры регистрации ЧР (п. 2.3.3.9);
9. Значения чувствительности каналов измерения ЧР<sup>3</sup>;
10. Начальные значения тангенса и емкости ТТ (п. 2.3.3.10);

<sup>3</sup> Эти значения определяются при калибровке цепей измерения ЧР.

11. Настройки регистрации и расчетов тангенса и емкости ТТ;
12. Граничные коэффициенты;
13. Настройка отображаемых параметров (п. 2.3.3.11);
14. Установка интервала смены текущего отображаемого параметра (п. 2.3.3.12);
15. Калибровка каналов измерения токов утечки;
16. Удаление памяти и настроек прибора (п. 2.3.3.13);
17. Запуск калибровки каналов измерения ЧР (п. 2.3.3.14);
18. Запуск балансировки (п. 2.3.3.15);
19. Запуск внеочередного замера (п. 2.3.3.16).

Выход из меню – «Esc». Пока прибор находится в режиме меню, регистрация не выполняется, и на запросы по связи прибор отвечает «Занят».

#### 2.3.3.2 Режим мониторинга



Рисунок 2.8

Выберите этот пункт для управления режимом мониторинга. С помощью «Вверх» и «Вниз» выберите нужный режим и нажмите «Ent». «Esc» - отмена изменений.

В приборе реализованы следующие режимы:

- **«full»** - мониторинг включен, контролируется вектор небаланса и уровень ЧР;
- **«unbalance»** - мониторинг включен, контролируется только вектор небаланса токов утечки;
- **«pd only»** - мониторинг включен, но контролируется только уровень ЧР;
- **«stopped»** - мониторинг остановлен, трансформаторы тока не контролируются.

### 2.3.3.3 Установка текущей даты



Рисунок 2.9

Для установки текущей даты выберите «Set date» из меню и нажмите «Ent». С помощью «Влево», «Вправо», «Вверх» и «Вниз» введите дату, и нажмите «Ent» для установки или «Esc» для выхода без изменения даты.

### 2.3.3.4 Установка текущего времени



Рисунок 2.10

Для установки текущей даты выберите «Set time» из меню и нажмите «Ent». С помощью «Влево», «Вправо», «Вверх» и «Вниз» введите время, и нажмите «Ent» для установки или «Esc» для выхода без изменения времени.

### 2.3.3.5 Настройка планировщика



Рисунок 2.11

Выберите тип планировщика – по времени или через интервал, и нажмите «Ent». Задайте интервал или время запуска замеров и нажмите «Mem» для выхода в меню с сохранением параметров.

### 2.3.3.6 MODBUS адрес прибора



Рисунок 2.12

Для изменения адреса прибора выберите пункт «Device number» из меню и нажмите «Ent». С помощью «Влево», «Вправо», «Вверх» и «Вниз» введите новый адрес, и нажмите «Ent» для

установки и сохранения или «Esc» для выхода в меню без изменения адреса.

### 2.3.3.7 Скорость обмена по интерфейсу RS-485



Рисунок 2.13

Для изменения скорости обмена выберите пункт «Set baud rate» из меню и нажмите «Ent». С помощью «Вверх» и «Вниз» выберите нужное значение, нажмите «Ent» для установки и сохранения или «Esc» для выхода в меню без изменения скорости обмена.

### 2.3.3.8 Параметры объекта



Рисунок 2.14

В данном пункте вводятся:

1. Рабочее (линейное) напряжение трансформаторов тока в киловольтах;
2. Рабочий (номинальный) ток ТТ в амперах.

Для изменения этих параметров выберите пункт «Object setup» из меню и нажмите «Ent».



Рисунок 2.15

С помощью «Вверх» и «Вниз» установите курсор напротив параметра, который Вы хотите изменить и нажмите «Ent». С помощью «Влево», «Вправо», «Вверх» и «Вниз» введите нужное значение и нажмите «Ent» для ввода значения. С помощью «Вверх» и «Вниз» переходите к следующему параметру, «Esc» – возврат в меню без сохранения изменений, «Mem» – с сохранением.

2.3.3.9 Общие параметры регистрации ЧР



Рисунок 2.16

В данном пункте вводятся:

1. Источник синхронизации.
2. Частота промышленной сети при регистрации без источника синхронизации («Sync» - «int»)
3. Количество периодов синусоиды промышленной частоты для регистрации.
4. Режим сохранения: «norm» - краткий, «test» - со всеми исходными данными.

Для изменения этих параметров выберите пункт «PD Common settings» из меню и нажмите «Ent».

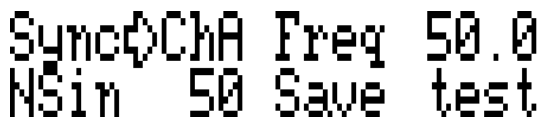


Рисунок 2.17

С помощью «Влево» и «Вправо» установите курсор напротив параметра, который Вы хотите изменить и нажмите «Ent». С помощью «Влево», «Вправо», «Вверх» и «Вниз» введите нужное значение и нажмите «Ent» для ввода значения. С помощью «Влево» и «Вправо» переходите к следующему параметру, «Esc» – вернет Вас в меню без сохранения изменений, при нажатии клавиши «Mem» введенные значения сохраняются.

2.3.3.10 Начальные значения тангенсов и емкостей ТТ



Рисунок 2.18



Для внесения значений тангенса выберите пункт «Off-line Tg Value» из меню и нажмите «Ent». С помощью «Влево» и «Вправо» изменяйте текущую фазу ТТ. Нажмите «Ent» и с помощью кнопок «Влево», «Вправо», «Вверх», «Вниз» введите значение тангенса. Нажмите «Ent» для подтверждения ввода значения или «Esc» для отказа от ввода, и переходите к выбору следующей фазы. Выход из меню ввода значений тангенса без сохранения изменений - «Esc», с сохранением «Mem».

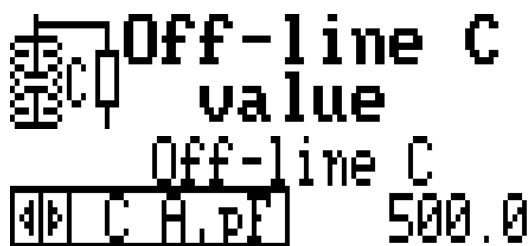


Рисунок 2.19

Для внесения значений емкости выберите пункт «Off-line C Value» из меню и нажмите «Ent». С помощью «Влево» и «Вправо» изменяйте текущую фазу ТТ. Нажмите «Ent» и с помощью кнопок «Влево», «Вправо», «Вверх», «Вниз» введите значение емкости в пикоФарадах. Нажмите «Ent» для подтверждения ввода значения или «Esc» для отказа от ввода, и переходите к выбору следующей фазы. Выход из меню ввода значений емкости без сохранения изменений - «Esc», с сохранением «Mem».

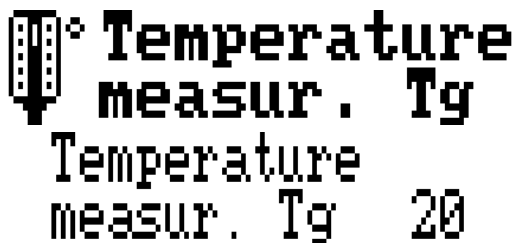


Рисунок 2.20

Для ввода температуры проведения измерений выберите пункт «Temperature measur. Tg» и нажмите «Ent». Нажмите «Ent» еще раз для перехода в режим редактирования температуры, и с помощью кнопок «Влево», «Вправо», «Вверх», «Вниз» введите

значение. Нажмите «Ent» для подтверждения ввода значения или «Esc» для отказа от ввода. Выход из меню без сохранения изменений - «Esc», с сохранением «Mem».

### 2.3.3.11 Настройка отображаемых параметров



Рисунок 2.21

Выберите этот пункт для изменения параметров отображаемых на экране во время ожидания между замерами. Включение/отключение производится с помощью клавиши «Ent», переход между параметрами – «Влево» и «Вправо». Выход в меню с записью - «Mem», без записи – «Esc».

### 2.3.3.12 Установка интервала смены текущего отображаемого параметра

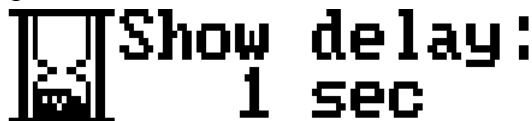


Рисунок 2.22

Установите задержку между сменой способов отображения информации на экране прибора.

### 2.3.3.13 Удаление памяти и настроек прибора



Рисунок 2.23

Выберите этот пункт для удаления всех замеров и сброса настроек в значение по умолчанию. Нажмите «Ent». С помощью клавиш «Вверх» и «Вниз» выберите значение «yes» («да»), и снова нажмите «Ent».

**Внимание!** Данная операция необратима!

## 2.3.3.14 Запуск калибровки каналов измерения ЧР



Рисунок 2.24

Выберите этот пункт для запуска калибровки каналов измерения ЧР, после пуска монтажа прибора. В следующем окне установите частоту импульсов подключенного калибровочного генератора и инжектируемый генератором заряд, выберите канал для калибровки и нажмите кнопку «Ent».

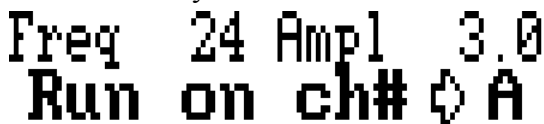


Рисунок 2.25

## 2.3.3.15 Запуск балансировки измерительной схемы прибора



Рисунок 2.26

Выберите этот пункт для запуска балансировки, при проведении пуско-наладочных работ и подачи высокого напряжения на контролируемый объект. Балансировка производится автоматически.

Изначально отображается текущее состояние балансировочных параметров. Для запуска автоматической балансировки прибора нажмите кнопку «Ent».

## 2.3.3.16 Запуск внеочередного замера

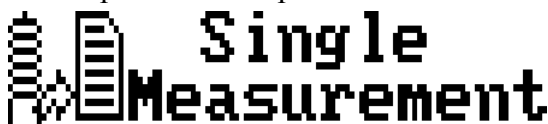


Рисунок 2.27

Выберите эту функцию для запуска регистрации замера вне расписания. Замер запустится, когда Вы выйдете из режима меню.

### 3 Программное обеспечение «СКИ»

#### 3.1 Назначение ПО СКИ

Программа СКИ (Система Контроля Изоляции) предназначена для анализа показаний приборов, их конфигурирования и резервного хранения замеров и настроек приборов. Программа позволяет просматривать уровни контролируемых параметров, тренды изменения параметров по времени в любой выбранный момент. Программа соединяется с приборами СТ-Relay по интерфейсу RS-485 или USB.

#### 3.2 Условия выполнения программы

Для работы программы необходимо выполнение следующих требований:

- операционная система Windows 98SE/ME/NT4 SP6a/2000/2003 Server/XP/Vista;
- монитор, поддерживающий режим не ниже 1024x768, 256 цветов;
- 50Мб свободного дискового пространства для файлов программы и 1Гб для данных системы.

#### 3.3 Установка программы

Запустите программу `ski_install.exe` с диска ПО СКИ. Установка производится стандартным образом для операционной системы Windows. Программа по умолчанию устанавливается в каталог «C:\Program Files\SKI». Ярлык для запуска программы создается в меню «Пуск\Программы\СКИ» и на Рабочем Столе компьютера.

#### 3.4 Выполнение программы

##### 3.4.1 Запуск программы

Для запуска найдите в меню «Пуск\Программы\СКИ» пункт СКИ и нажмите на нем левую кнопку мыши.

Также, запуск программного обеспечения осуществляется двойным щелчком левой кнопки мыши на ярлыке программы «СКИ» на рабочем столе, в соответствии с рисунком (Рисунок 3.28).



Рисунок 3.28 Ярлык программы СКИ

После этого, появится окно ввода пароля (Рисунок 3.29)

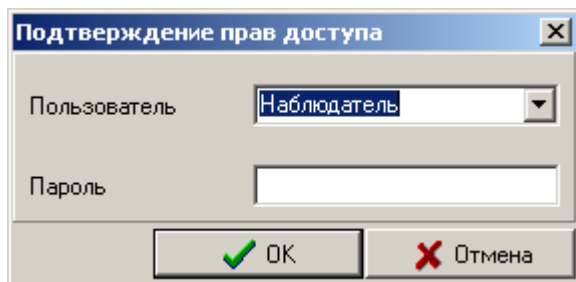


Рисунок 3.29 Выбор прав доступа

В программе имеется 3 уровня доступа:

- «Наблюдатель» – имеет право просматривать замеры и настройки приборов.
- «Оператор» – имеет права наблюдателя и может добавлять в базу замеры, управлять автоматическим опросом приборов, управлять настройками приборов, запускать внеочередное измерение;
- «Администратор» – имеет права оператора и может управлять базой данных: добавлять/удалить объекты наблюдения, приборы контроля, удалять замеры на компьютере и в памяти приборов.

Уровень доступа «Наблюдатель» не требует пароля. Переход с более высокого уровня на более низкий также не требует пароля. Значение пароля оператора по умолчанию «operator». Пароль оператора может быть изменен самим оператором и администратором. Пароль администратора по умолчанию «admin» и может быть изменен только администратором.

После ввода пароля нажмите кнопку «ОК». Нажатие кнопки «Отмена» или «X» в заголовке окна приведет к запуску программы с правами наблюдателя. После этого откроется основное окно программы (Рисунок 3.30).

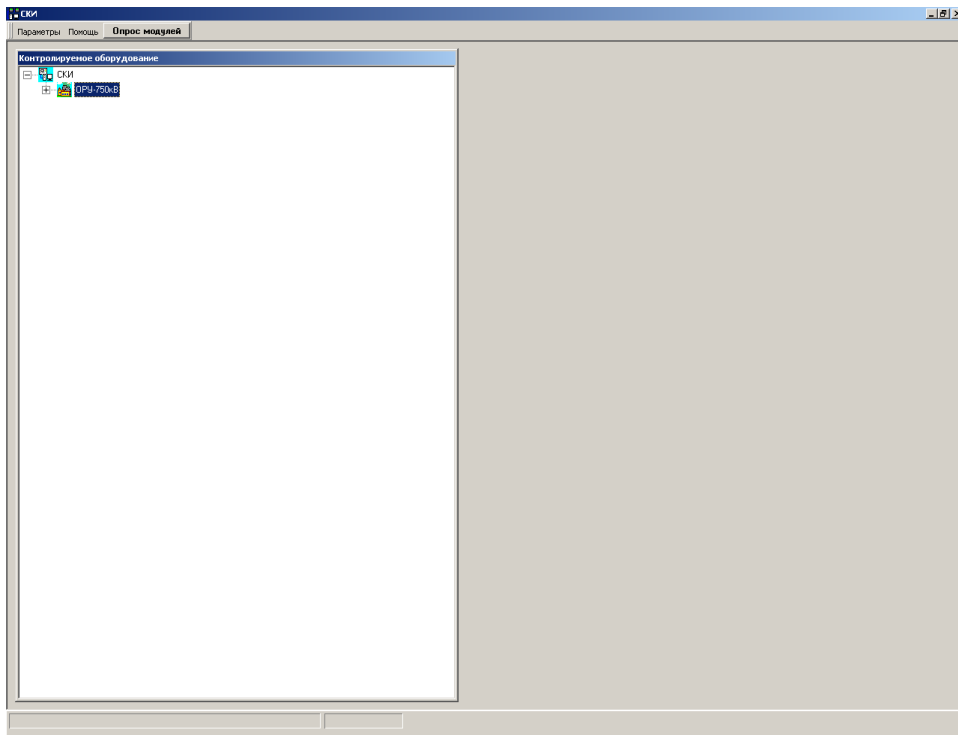


Рисунок 3.30 Вид программы SKI после запуска

С помощью строки меню программы происходит управления правами доступа, и запуск/остановка автоматического считывания данных из приборов у которых оно (считывание) настроено (Рисунок 3.31).

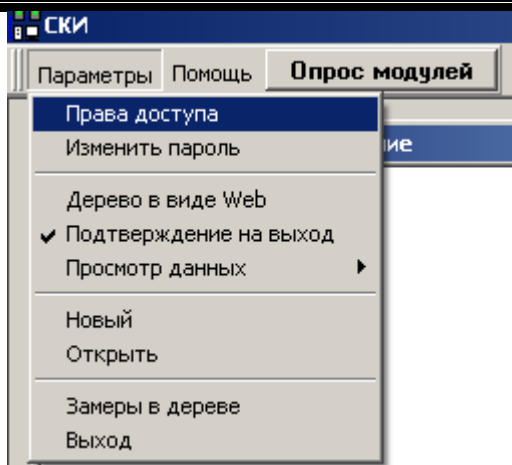


Рисунок 3.31 Строка меню программы SKI

Все остальные действия осуществляются с помощью окна базы данных.

#### 3.4.2 Окно базы данных

В этом окне имеется один элемент верхнего уровня «SKI». К нему привязаны только предприятия. Слева от значка каждого элемента дерева может быть знак «+», это означает, что данный элемент содержит внутри себя данные и может быть раскрыт далее (раскрыть всю структуру хранения информации по выбранному объекту). Чтобы раскрыть, нужно нажать левую кнопку мыши на знаке «+» или дважды нажать левую кнопку мыши на названии элемента.

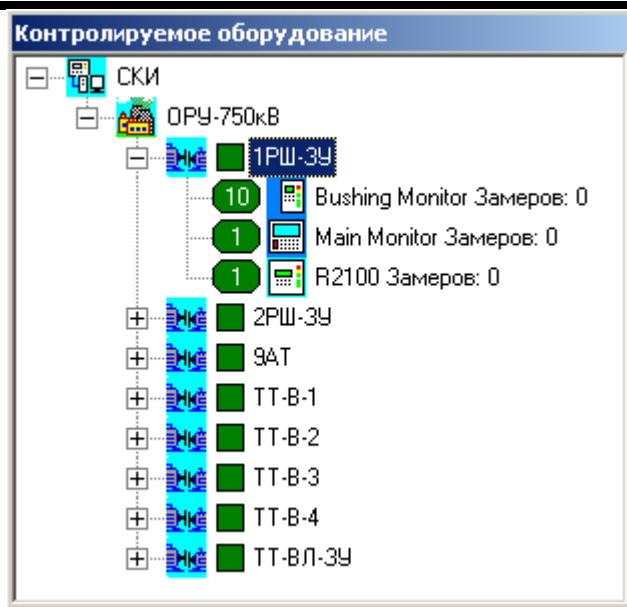


Рисунок 3.32 Окно базы данных ПО СКИ

Каждый из элементов дерева (Корень дерева - «СКИ», предприятие, агрегат, модуль/прибор) имеет свое меню, вызываемое щелчком правой кнопки мыши на наименовании этого элемента. Через выбор пунктов этого меню осуществляется управление всеми функциями программы.

Подробно ПО описано в Руководстве Пользователя ПО СКИ, идущим в комплекте с ПО СКИ, здесь рассмотрим только настройку прибора СТ-Relay.

### 3.4.3 Настройка прибора при помощи ПО СКИ

Для настройки прибора СТ-Relay:

- запустите программу «СКИ» в режиме оператора;
- выберите элемент «СТ-Relay» из элементов контролируемого объекта и нажмите на нем правую кнопку;
- в появившемся меню выберите пункт «Изменить конфигурацию» (Рисунок 3.33);



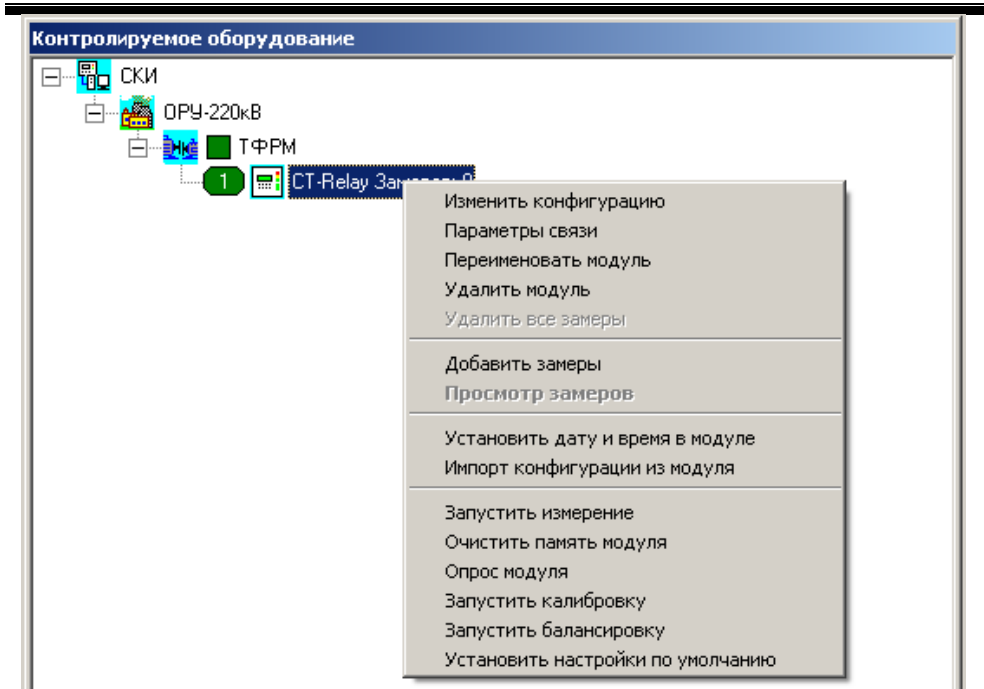


Рисунок 3.33 Меню прибора CT-Relay

Если конфигурация еще не была перекачана из прибора, то программа сначала скажет «Не найден файл конфигурации модуля»:

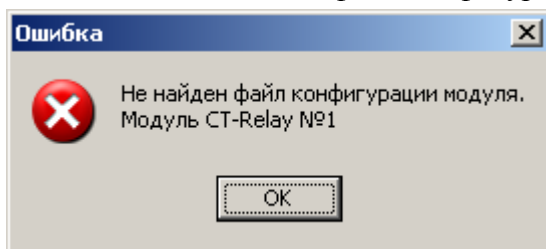


Рисунок 3.34

Затем спросит «Загрузить конфигурацию с модуля»:

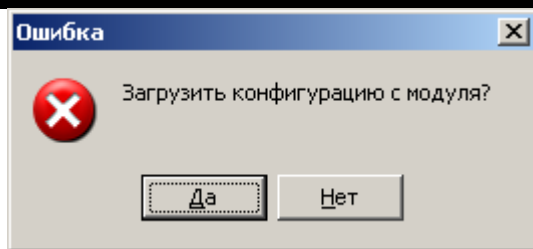


Рисунок 3.35

Нажмите «Да» для перекачки в компьютер всех параметров прибора СТ-Relay.

В противном случае программа сразу запустит окно редактирования сохраненных ранее параметров. Для редактирования параметров установленных в приборе в этом случае нужно выбрать «Импорт конфигурации из модуля» (Рисунок 3.33).

После завершения передачи данных откроется окно конфигурации прибора.

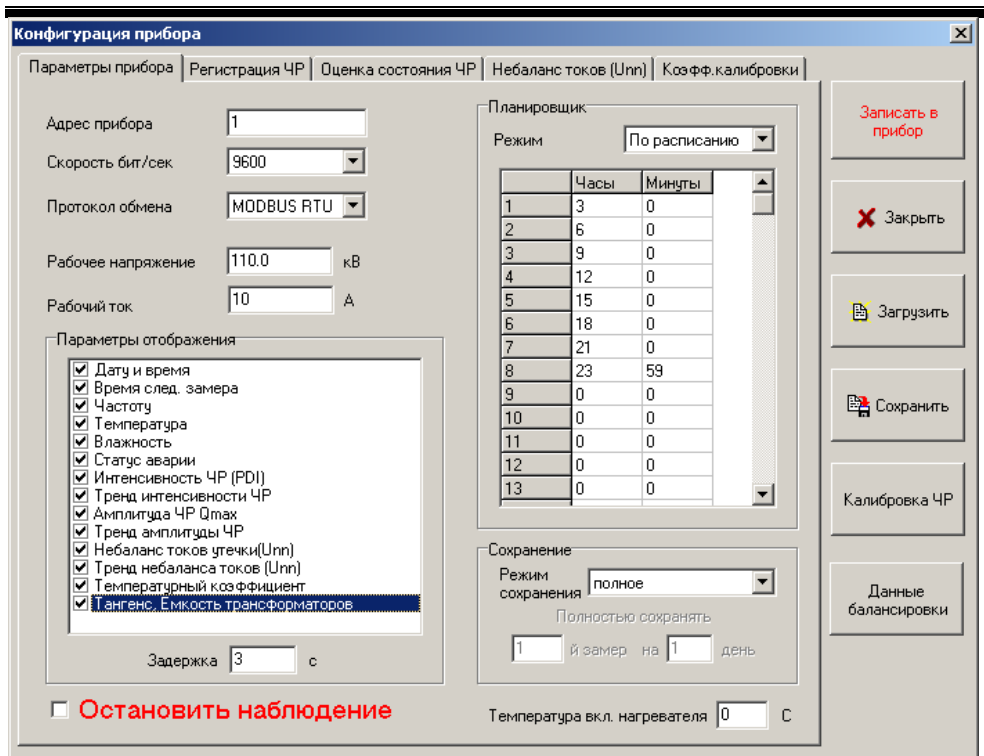


Рисунок 3.36

В этом окне 5 вкладок:

- «Параметры прибора» - здесь устанавливаются общие параметры прибора;
- «Регистрация ЧР» - на этой вкладке устанавливаются параметры регистрации частичных разрядов;
- «Оценка состояния ЧР» - здесь задаются тревожные и аварийные уровни, и контролируемые параметры;
- «Небаланс токов (Unn)» - параметры регистрации и оценки небаланса;
- На странице «Кэф. калибровки» задаются калибровочные коэффициенты.

В правой части окна расположено 6 кнопок:

- «Записать в прибор» - при нажатии на нее программа сохраняет все произведенные изменения в файл на компьютере и устанавливает их в прибор;

- «Заккрыть» - закрывает окно без сохранения и отправки;
- «Сохранить» - сохраняет в файл, но не отправляет в прибор.
- «Калибровка ЧР» - запускает окно просмотра данных калибровки;
- «Данные балансировки» - запускает окно просмотра данных балансировки.

#### 3.4.3.1 Вкладка «Параметры прибора»

Здесь задаются общие параметры прибора.

В поле **«Адрес прибора»** задается адрес прибора в сети MODBUS, при связи по интерфейсу USB этот параметр не имеет значения;

**«Скорость бит/сек»** – скорость обмена по интерфейсу RS-485. На обмен по интерфейсу USB не влияет.

**«Протокол обмена»** – выберите протокол обмена: MODBUS TCP или MODBUS RTU. ПО СКИ поддерживает только протокол MODBUS RTU.

**«Рабочее напряжение»** - введите линейное напряжение в киловольтах.

**«Рабочий ток»** - введите номинальный ток в амперах.

Группа **«Параметры отображения»** - если к прибору подключен экран, и прибор не находится в режиме измерения, то раз в **«Задержка»** секунд на экране изменятся способ отображения текущей информации.

Группа **«Планировщик»** - прибор может выполнять замеры по расписанию или через интервал. Расписание состоит из 50 пунктов, значение 0-0 воспринимается прибором как отсутствие замера по этой строке планировщика.

Группа **«Сохранение»** - прибор может сохранять замеры с исходными таблицами распределения ЧР – **«полное»** или без них **«краткое»**. При кратком сохранении сохраняются только рассчитанные по ним интегральные параметры. В режиме краткого сохранения можно время от времени сохранять полные замеры, например если

введено «Полностью сохранять 2й замер на 3й день», то каждого третьего числа месяца (3, 6, 9, 12, 15, 18 и т.д.) 2й замер будет сохраняться полностью.

При включенной галочке «**Остановить наблюдение**» прибор останавливает мониторинг и не запускает замеры по расписанию. При подключенном дисплее время от времени будет писаться «Monitoring stopped».

«**Температура включения нагревателя**» задает при какой температуре будет включаться нагреватель установленный внутри шкафа прибора.

### 3.4.3.2 Вкладка «Регистрация ЧР»

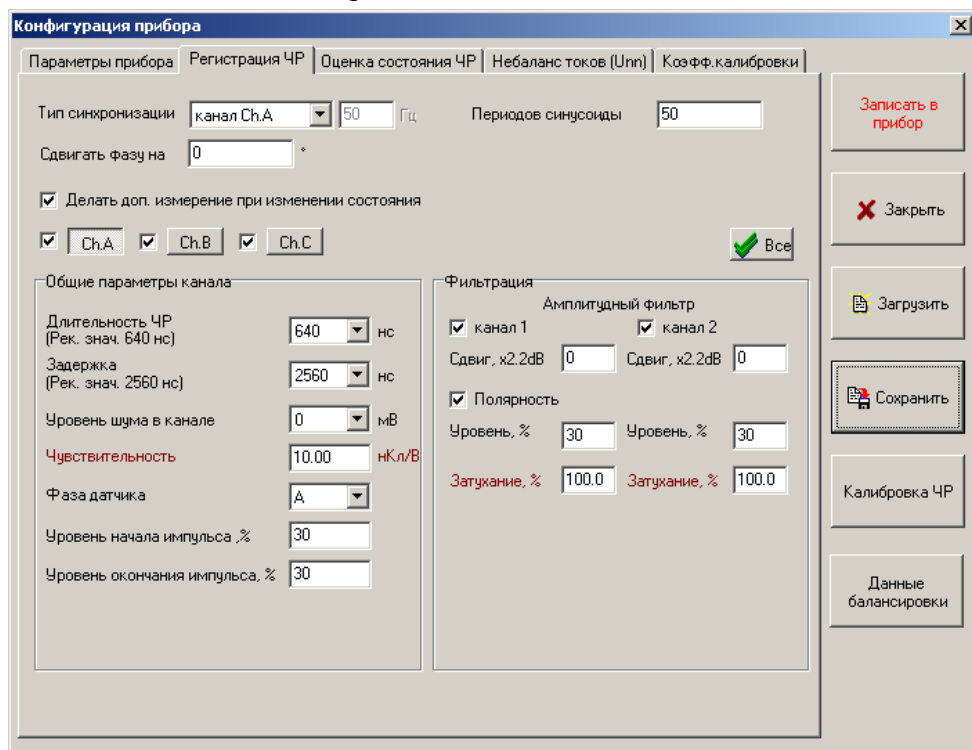


Рисунок 3.37

«**Тип синхронизации**» – источник синхронизации. Синусоида на прибор может быть подана через:

1. вход «Ch.A» прибора – канала Ch.A;

2. от питающего переменного напряжения 220В;
3. без источника – матрицы будут сохранены без привязки к опорной синусоиде – «внутренняя».

Для внутренней синхронизации нужно ввести частоту в Гц. Это наихудший вариант. Оптимальный вариант – «Ch. A» при использовании датчиков DB-2\_ТТ. При использовании датчиков RFCT лучше использовать синхронизацию от источника питания.

**«Периодов синусоиды»** - количество периодов синусоиды для считывания (усреднения).

Если включен переключатель **«Делать доп. измерение при изменении состояния»**, то при переходе оценки замера в аварийную, прибор сделает небольшую паузу, и запустит измерение снова. И уже только тогда примет решение о состоянии оборудования, сохранит замер и включит аварийное реле. При отключенном переключателе, решение о состоянии, сохранение и включение реле делается сразу.

В окошке **«Сдвигать фазу на»** введите общий сдвиг синхронизирующей синусоиды относительно фазы А (для синхронизации от источника питания).

В нижних трех окошках нужно включить галочки у тех каналов, которые будут включены в регистрацию. При нажатии на кнопку с наименованием канала отобразятся настройки этого канала.

### **Группа «Общие параметры канала»**

**«Длительность ЧР»**, **«Задержка после ЧР»**, **«Уровень начала импульса»** и **«Уровень окончания импульса»** - это ограничения на импульсы, внутренняя фильтрация по частоте и форме. Стандартные значения для трансформаторов тока такие:

- Длительность ЧР=640 нс;
- Задержка=2560 нс;
- Уровень начала импульса=30 %;
- Уровень окончания импульса=10 %.

**«Уровень шума в канале»** – механизм отсеки нижних «шумовых» амплитудных окон из расчета PDI. Выбирается по результатам пробных замеров, после пуска трансформаторов в эксплуатацию.

«**Чувствительность**» – определяется при калибровке.

«**Фаза датчика**» – дополнительный сдвиг фазы этого канала относительно фазы А.

### Группа «**Фильтрация**»

Здесь нужно:

- Выбрать, **активен** амплитудный фильтр или **нет** («**активен**»).
- Указать «**сдвиг**» – амплитудного фильтра - величину порога можно подвинуть вверх или вниз относительно сигнального на  $\pm 5$  амплитудных окон («**0**»).
- Выбрать, **активен** фильтр по полярности или **нет** («**нет**»).

«**Затухание**» определяется при калибровке прибора, Значение по умолчанию – «**50 %**».

«**Уровень**» определить равным «**30%**».

### 3.4.3.3 Вкладка «Оценка состояния ЧР»

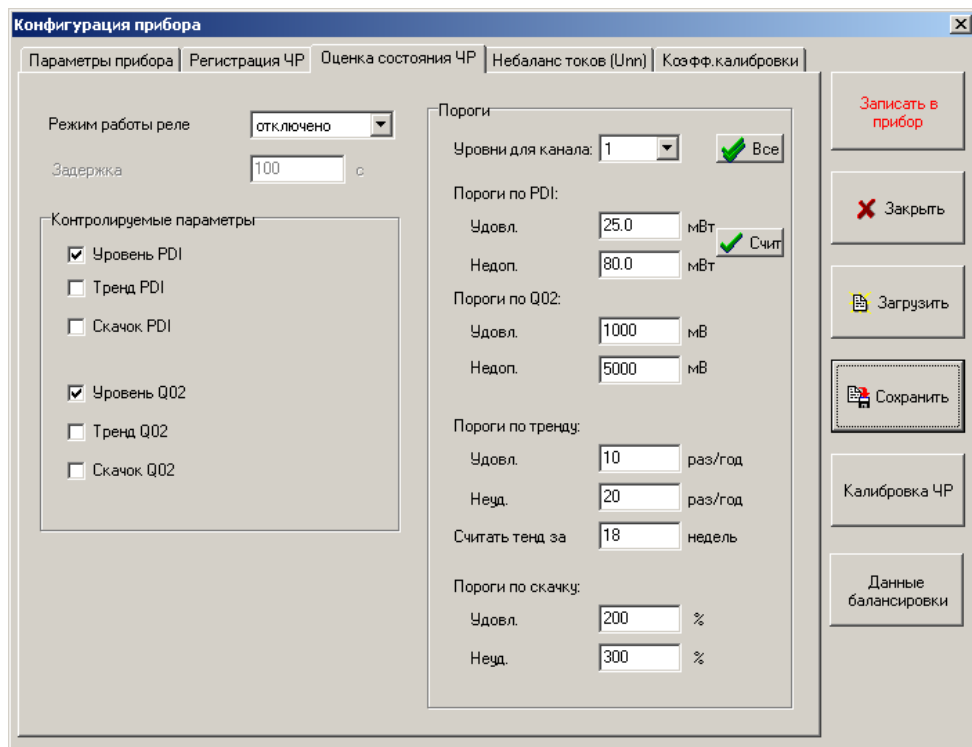


Рисунок 3.38

**Режим работы реле** – «включено» – прибор будет замыкать реле по превышению порога, «отключено» – не будет замыкать, «на время» - реле будет замыкаться на «**Задержка**» секунд.

**Группа «Контролируемые параметры»** - тут нужно выбрать, по каким параметра выставлять реле состояния, по каким – нет.

**Группа «Пороги»** - тут нужно ввести пороги на контролируемые параметры и период, за который рассчитывать тренд. Пороги на PDI и Q02 устанавливаются на каждый канал, пороги на скачок и тренд устанавливаются для всех каналов.



### 3.4.3.4 Вкладка «Небаланс токов (Unn)»

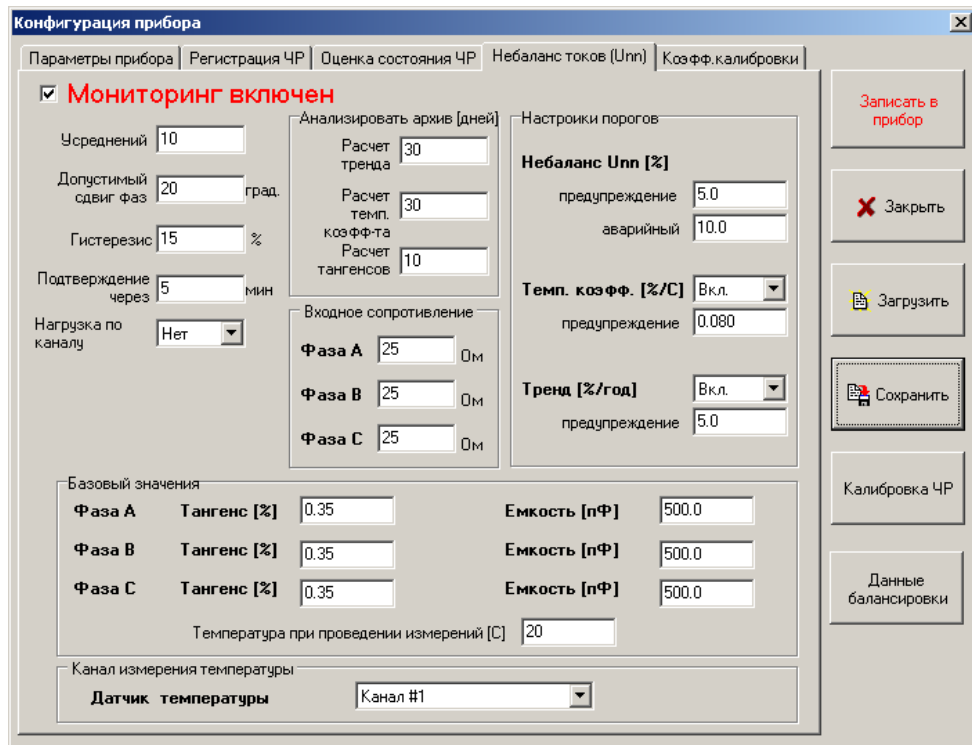


Рисунок 3.39

В поле «Усредненный» установите количество усреднений при измерении небаланса.

При калибровке и тестировании прибор определяет сдвиг фаз и если сдвиг превышает максимально допустимое значение – выдается сообщение о неверном подключении датчиков. Введите максимально допустимое отклонение в поле «Допустимый сдвиг фаз».

В поле «Гистерезис» задается величина гистерезиса в процентах от недопустимого состояния величины небаланса «Unn». Например, при недопустимом пороге равном 5% «Unn» и заданном значении гистерезиса 10% диапазон «нечувствительности» на снятие аварийного сигнала составит 0.5%.

В поле **«Подтверждение через»** введите интервал проведения контрольного измерения при достижении недопустимого уровня небаланса «Unn».

В поле **«Расчет тренда»** задайте временной интервал для расчета тренда.

В поле **«Расчет темп. коэфф-та»** задайте временной интервал для расчета температурной зависимости величины «Unn».

В поле **«Расчет тангенсов»** задайте временной интервал для расчета тангенсов вводов.

В группе **«Входное сопротивление»** должны быть введены паспортные параметры входов прибора.

В группе **«Настройки порогов»** задаются контролируемые параметры и пороги. Параметр Unn – уровень небаланса токов утечки учитывается при расчете состояния всегда.

**Внимание!** В группе **«Базовые значения»** введите результаты последних испытаний и температуру, при которой производились испытания. От этих значений в дальнейшем будет рассчитываться изменение тангенса и емкости трансформаторов тока.

В поле **«Датчик температуры»** выберите **«Канал #1»**.

### 3.4.3.5 Вкладка «Коэфф. калибровки»

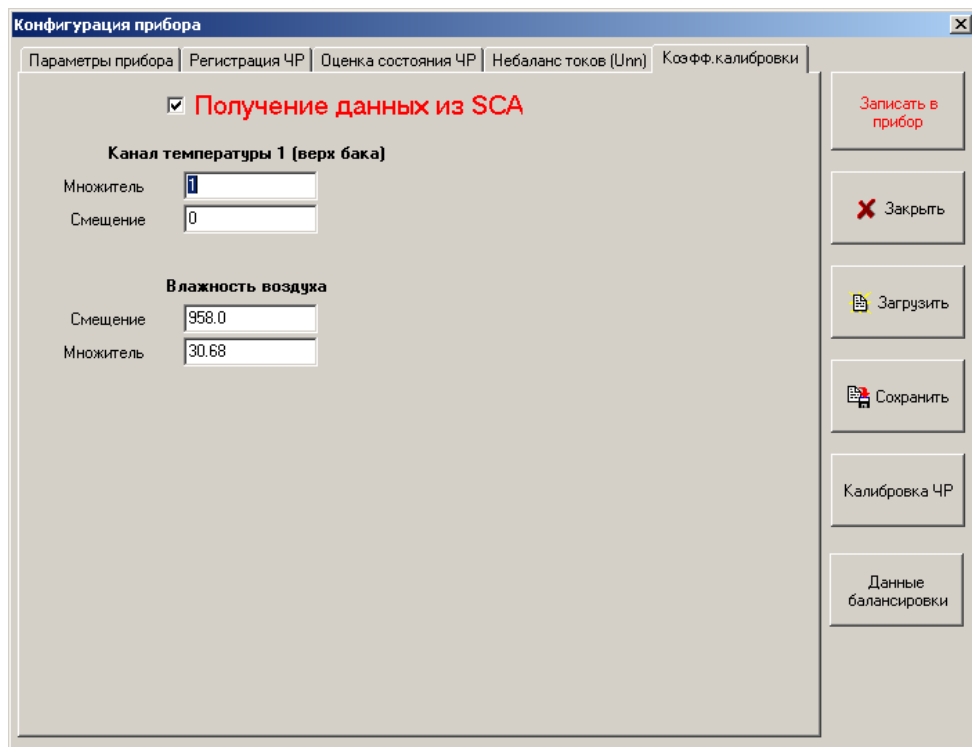


Рисунок 3.40

Здесь можно задать калибровочные коэффициенты для датчиков влажности/температуры. Стандартные коэффициенты для датчиков, поставляемых в комплекте с прибором СТ-Relay такие:

- для датчика температуры Множитель=1.0, Смещение=0;
- для датчика влажности (типовое) Множитель=30.68, Смещение=958.0.

### 3.4.4 Калибровка прибора

Для калибровки прибора СТ-Relay:

- запустите программу «СКИ» в режиме оператора;
- выберите элемент «СТ-Relay» из элементов контролируемого объекта и нажмите на нем правую кнопку;

- в появившемся меню выберите пункт «Запустить калибровку» (Рисунок 3.33);

Программа уточнит параметры подключенного калибровочного генератора и калибруемый канал:

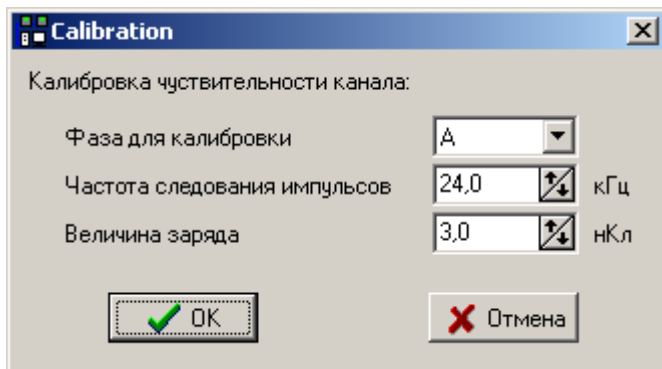


Рисунок 3.41

Нажмите кнопку «OK».

Через некоторое время, достаточное для выполнения автоматической балансировки (три - пять минут) сделайте «Импорт конфигурации из модуля» и в появившемся окне (Рисунок 3.36) нажмите кнопку «Сохранить».

### 3.4.5 Балансировка прибора

Для балансировки прибора СТ-Relay:

- запустите программу «СКИ» в режиме оператора;
- выберите элемент «СТ-Relay» из элементов контролируемого объекта и нажмите на нем правую кнопку;
- в появившемся меню выберите пункт «Запустить балансировку» (Рисунок 3.33);

Программа спросит:

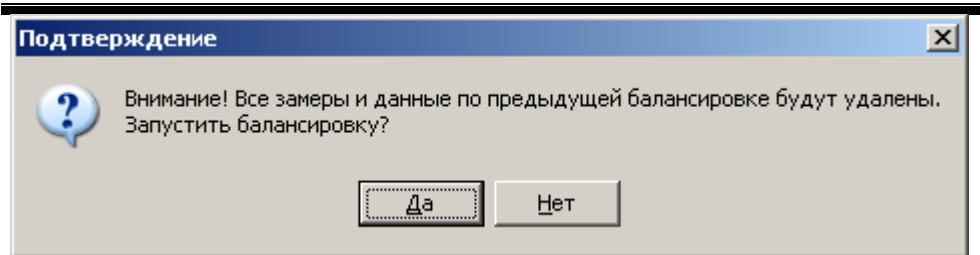


Рисунок 3.42

Нажмите кнопку «Да».

Через некоторое время, достаточное для выполнения автоматической балансировки (три - пять минут) сделайте «Импорт конфигурации из модуля» и в появившемся окне (Рисунок 3.36) нажмите кнопку «Сохранить».

***Краткая информация о фирме:******ООО «Димрус» (г. Пермь)***

Разработка и поставка приборов и программного обеспечения по диагностике для различных отраслей промышленности.

614600, Пермь ул. Кирова, 70

Тел/Факс: (342) 212-84-74

Тел: (342) 212-91-93, 212-88-05

Адрес в интернете: <http://www.dimrus.ru>

E-mail: [dimrus@dimrus.ru](mailto:dimrus@dimrus.ru)