



Система мониторинга и диагностики  
силовых трансформаторов

**TDM-M**

**Руководство по эксплуатации**

ВЦ.411729.063 РЭ

г. Пермь

## Оглавление

<b>1.</b>	<b>Описание и технические параметры</b> .....	4
1.1	Описание .....	4
1.2	Основные технические данные .....	6
1.3	Алгоритмы работы системы .....	8
1.3.1.	Алгоритмы регистрации небаланса токов проводимости и тангенсов угла потерь .....	8
1.3.2.	Алгоритмы расчета текущих технических параметров трансформаторов .....	8
1.3.3.	Алгоритмы анализа изменений параметров трансформаторов .....	10
1.3.4.	Алгоритмы регистрации частичных разрядов .....	10
1.4	Режимы работы светодиодов системы .....	12
1.5	Режимы работы реле системы .....	13
<b>2.</b>	<b>Использование выносного индикатора для настройки системы и отображения параметров</b> .....	14
2.1	Назначение выносного индикатора .....	14
2.2	Просмотр показаний .....	15
2.3	Работа и настройка системы .....	15
2.3.1.	Архив системы .....	16
2.3.2.	Меню системы .....	16
2.3.2.1	Структура меню .....	16
2.3.2.2	Режим мониторинга .....	17
2.3.2.3	Установка текущей даты .....	18
2.3.2.4	Установка текущего времени .....	18
2.3.2.5	MODBUS адрес системы .....	18
2.3.2.6	Скорость обмена по интерфейсу RS-485 .....	19
2.3.2.7	Параметры объекта .....	19
2.3.2.8	Общие параметры регистрации ЧР .....	19
2.3.2.9	Корректировка чувствительности каналов регистрации ЧР .....	20
2.3.2.10	Настройка планировщика .....	21
2.3.2.11	Настройка отображаемых параметров .....	21
2.3.2.12	Установка интервала смены текущего отображаемого параметра .....	21
2.3.2.13	Удаление памяти и настроек системы .....	21
2.3.2.14	Запуск калибровки каналов измерения ЧР .....	21
2.3.2.15	Определение уровня шума в каналах измерения ЧР .....	22
2.3.2.16	Запуск балансировки измерительной схемы системы .....	22
2.3.2.17	Калибровка каналов измерения тока нагрузки .....	22
2.3.2.18	Настройка порогов небаланса токов проводимости .....	23
2.3.2.19	Настройка порога температурного коэффициента небаланса токов проводимости .....	24
2.3.2.20	Настройка порога тренда небаланса токов проводимости .....	24
2.3.2.21	Настройка пороговых значений тангенса вводов .....	25
2.3.2.22	Ввод базовых значений тангенсов вводов .....	25
2.3.2.23	Ввод базовых значений емкостей вводов .....	26
2.3.2.24	Ввод температуры измерений базовых значений тангенсов и емкостей вводов .....	27
2.3.2.25	Ввод данных о входных сопротивлениях системы .....	28

2.3.2.26	Настройка количества усреднений при измерении небаланса токов проводимости.....	28
2.3.2.27	Настройка интервала времени для подтверждения недопустимого уровня небаланса токов проводимости.....	29
2.3.2.28	Настройка уровня гистерезиса уровня небаланса токов проводимости.....	29
2.3.2.29	Задание температуры включения обогревателя шкафа системы..	29
2.3.2.30	Запуск внеочередного замера.....	30
<b>3.</b>	<b>Использование программы «СКИ» для настройки и анализа параметров системы.....</b>	<b>31</b>
3.1	Назначение программы «СКИ» .....	31
3.2	Условия выполнения программы .....	31
3.3	Установка программы.....	31
3.4	Выполнение программы .....	31
3.4.1	Запуск программы .....	31
3.4.2	Окно базы данных.....	34
3.4.3	Настройка системы при помощи программы «СКИ».....	34
3.4.3.1	Вкладка «Параметры системы».....	38
3.4.3.2	Вкладка «Регистрация ЧР» .....	39
3.4.3.3	Вкладка «Оценка состояния ЧР».....	41
3.4.3.4	Вкладка «Небаланс токов (Unn)».....	42
3.4.3.5	Вкладка «Температура» .....	43
3.4.3.6	Вкладка «Параметры масла» .....	44
3.4.3.7	Вкладка «Кэфф. калибровки» .....	46
3.4.4	Калибровка системы.....	47
3.4.5	Балансировка системы .....	49
3.4.6	Протокол калибровки и настройки системы «TDM-M» .....	50
<b>4.</b>	<b>Проведение монтажных и пусконаладочных работ системы «TDM-M» и измерительных устройств .....</b>	<b>52</b>
4.1	Основные этапы монтажных и пусконаладочных работ .....	52
4.1.1	Монтаж измерительных устройств, шкафа системы «TDM-M», прокладка кабелей, подключение кабелей и проверка правильности подключения кабельных линий.....	52
4.1.2	Калибровка каналов измерения ЧР при помощи «GKI-2» - калибратора тестового .....	53
4.1.3	Настройка параметров работы системы .....	55
4.1.4	Балансировка измерительной схемы токов проводимости.....	56
4.1.5	Подключение приборов контроля растворенных газов в масле трансформатора.....	56
4.1.6	Основные контролируемые параметры при работе системы «TDM-M»....	57
<b>5.</b>	<b>Протокол обмена данными с системами мониторинга высокого уровня .....</b>	<b>59</b>
<b>6.</b>	<b>Техническое обслуживание .....</b>	<b>60</b>

## 1. Описание и технические параметры

### 1.1 Описание

«TDM-M» - Система мониторинга и диагностики силовых трансформаторов (далее - система) предназначена для контроля изоляции высоковольтных трансформаторов под рабочим напряжением в режиме постоянного мониторинга, выявления изменений контролируемых параметров, включение систем сигнализации. Система предназначена для использования на трансформаторах с рабочим напряжением (110 – 330) кВ.

Система сочетает в себе комплексный подход к оценке технического состояния трансформатора. При помощи системы контролируется состояние вводов трансформатора, состояние изоляции обмоток, осуществляется контроль эффективности работы системы охлаждения. На основании контроля токов нулевой последовательности в нейтрали трансформатора контролируется изменение сопротивления обмоток трансформатора.

Состав технических средств системы:

- микропроцессорный модуль, который смонтирован в монтажный шкаф с системами защиты по линиям питания и устройств контроля. В монтажном шкафу системы имеется внутренний подогрев;
- набор устройств контроля токов проводимости и частичных разрядов (ЧР);
- соединительные кабели и металлорукав;
- программное обеспечение для считывания информации в компьютер, ведения базы данных, проведения анализа и составления отчетов состояния изоляции трансформатора. Программное обеспечение «СКИ» может не входить в комплект поставки, т.к. является свободно распространяемым и может быть получено с сайта [www.dimrus.ru](http://www.dimrus.ru).

Система в целом позволяет контролировать несколько параметров, отражающих состояние изоляции трансформаторов:

- небаланс токов проводимости;
- изменение тангенса угла потерь и емкости вводов 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.

Для осуществления непрерывного контроля текущего состояния трансформатора при помощи системы стационарно монтируется 10 первичных устройств контроля, условно показанных на схематическом рисунке трансформатора (рисунок 1.1).

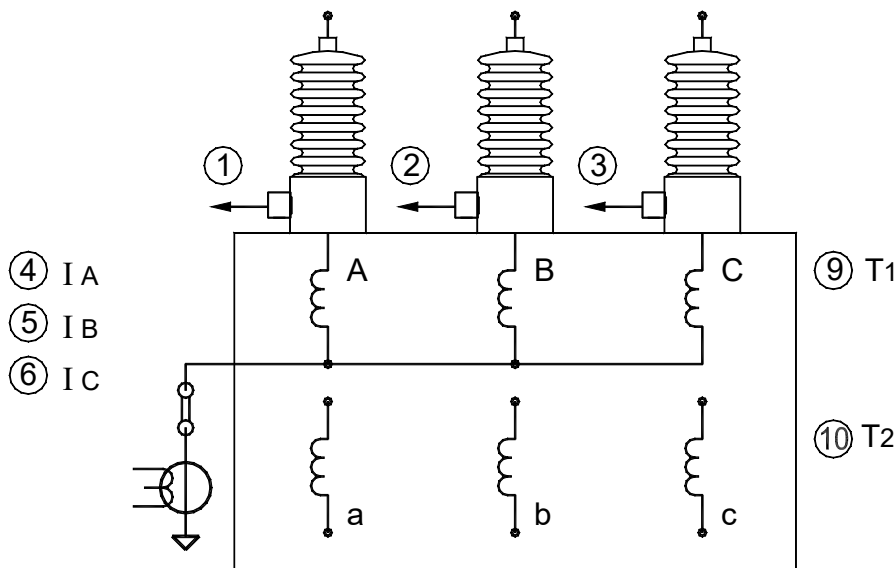


Рисунок 1.1 Места установки устройств контроля и присоединения системы

- Три устройства присоединения марки DB-2 на ПИН высоковольтных вводов, предназначенных для регистрации токов проводимости вводов и частичных разрядов (№ 1-3).

- Три устройства контроля токов нагрузки фаз трансформатора. Эти устройства надеваются на вторичные цепи штатных трансформаторов тока (№ 4-6).

- Один высокочастотный трансформатор тока марки RFCT-4 для контроля ЧР в цепи «глухозаземленной» нейтрали контролируемых обмоток.

- Два термосопротивления для контроля температуры верхней и нижней части бака трансформатора (№9 и 10).

- Кроме того, для повышения точности проведения измерений и получения более достоверных диагнозов в системе дополнительно регистрируются параметры окружающей среды: влажность и температура воздуха (дополнительные устройства контроля 11 и 12, на схеме не показаны и устанавливаются на монтажный шкаф системы).

Сигналы токов проводимости с устройств присоединения DB-2 внутри системы объединяются на нагрузочных сопротивлениях, соединенных в звезду. При проведении пусконаладочных работ после монтажа системы

производится уравнивание входных сигналов цифровыми сопротивлениями, установленными внутри системы - «балансировка измерительной схемы» системы. Далее микропроцессорный модуль контролирует появление напряжения смещения ( $U_{np}$ ) между общей землей и искусственно созданной нулевой точкой. Благодаря применению фильтров система не чувствительна к наличию высших гармонических составляющих в напряжении с устройств присоединения.

Через заданные интервалы времени система проводит измерение напряжения смещения и уровень частичных разрядов.

Система может получать информацию по интерфейсу RS-485 от смонтированного на контролируемом трансформаторе прибора анализа растворенных газов в масле и сохранять данные в архиве для корреляции диагностических заключений двух приборов.

В качестве выходной информации для систем релейной защиты в системе используются три реле: тревога, авария и статус системы.

Сохраняемый в энергонезависимой памяти системы архив событий позволяет более качественно проводить анализ условий эксплуатации контролируемого трансформатора.

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

## 1.2 Основные технические данные

Система предназначена для работы в условиях:

- температура окружающего воздуха от минус 45 до плюс 60 °С;
- относительная влажность воздуха до 95 % при температуре плюс 25 °С.

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

Таблица 1.1

Количество контролируемых вводов	3
Рабочее напряжение трансформаторов, кВ	110 – 330
Количество каналов измерения температуры	3
Количество каналов измерения влажности	1
Количество каналов контроля ЧР	4
Количество встроенных выходных реле управления (сухой перекидной контакт)	3
Количество каналов контроля токов нагрузки	3
Объем энергонезависимой памяти (FLASH) для хранения информации, Мб	64
Управление сигнализацией (сухой контакт)	5 А, 250 В
Порты внешней связи системы	RS-485, USB
Габаритные размеры микропроцессорного модуля, мм	246x170x35

Диапазон измеряемых величин представлен в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Измеряемая величина	Диапазон измерения
Ток проводимости, мА	5 – 30
Ток нагрузки, А	0 – 5
Частотный диапазон регистрируемых импульсов ЧР, МГц	0,5 – 10
Динамический диапазон регистрируемых импульсов ЧР, dB	70
Фазовая точность определения момента возникновения импульса относительно синусоиды промышленной частоты, град	7,5
Максимальное напряжение на входе, В	10
Измеряемая температура, °С	-50 ÷ +150
Влажность воздуха, %	0 – 100

Требования к электропитанию системы (таблица 1.3).

Таблица 1.3

Ток	Напряжение	Частота
АС (переменный)	90 – 260 В	47 – 440 Гц
DC (постоянный)	120 – 370 В	–

Потребляемая мощность – не более 60 Вт.

Конструктивно система выполнена в виде одного блока. В нижней части системы расположены клеммы и разъемы для подключения к системе:

- светодиод Status, отражающий текущее состояние системы;
- светодиод Warning, отражающий превышение тревожного порога какого-либо из параметров контроля;
- светодиод Alarm, отражающий превышение недопустимого порога какого-либо из параметров контроля;
- разъем для подключения сигналов трансформаторов напряжения;
- 3 светодиода (Bushing), отражающие наличие на входе токов проводимости вводов (зеленый), и превышение тревожных и аварийных границ уровнем небаланса (красный).
- разъем для подключения по интерфейсу USB;
- разъемы для подключения 3-х устройств присоединения DB-2;
- разъем для подключения высокочастотного трансформатора тока для контроля ЧР в нейтрали (RFCT-4);
- разъемы для подключения 3-х устройств контроля температуры (Т);
- разъем для подключения устройства контроля влажности (Hm);
- разъемы для подключения 3-х устройств контроля тока нагрузки;
- разъемы для подключения 3-х датчиков вибрации;
- разъемы для подключения по интерфейсу RS-485;
- реле состояния системы (Status);

- реле превышения тревожного порога (Warning);
- реле превышения аварийного порога (Alarm);
- реле управления обогревателем (Heather);
- разъем для подключения питания (AC/DC).

Все разъемы системы для подключения устройств контроля и присоединения, интерфейса RS-485 и сигнальных реле выведены на клеммные колодки в нижней части монтажного шкафа.

### 1.3 Алгоритмы работы системы

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

#### 1.3.1. Алгоритмы регистрации небаланса токов проводимости и тангенсов угла потерь

Для исключения влияния температурного дрейфа пассивных и активных элементов измерительной схемы в системе применен принцип калибровки всего измерительного тракта непосредственно перед измерением и сразу же после него. При поступлении сигнала о начале измерений система проводит синхронную калибровку измерительных каналов от сигнала одной из фаз и от тестового сигнала, создаваемого при помощи тестового генератора внутри системы, 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 и длительность выборки данных выбирается при настройке системы.

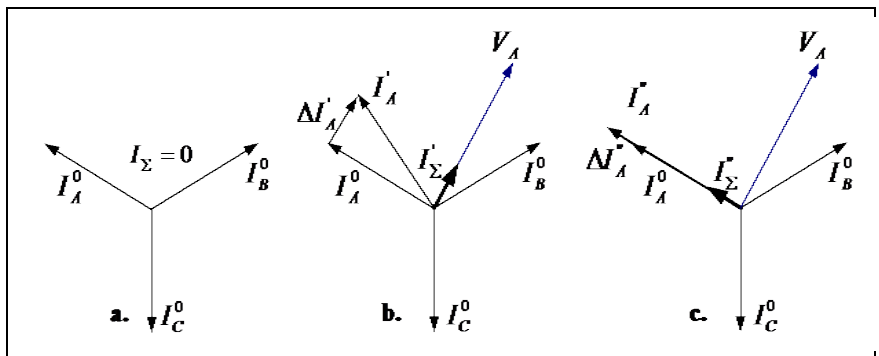
#### 1.3.2. Алгоритмы расчета текущих технических параметров трансформаторов

Небаланс токов проводимости - простой и надежный параметр, показывающий изменение состояния изоляции вводов трансформаторов. В системе 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 системе. Вектор напряжения небаланса измеряется в процентах от величины фазного тока.

Основой для включения системой защит является не только результат измерений небаланса, а наличие явно выраженных изменений контролируемого параметра во временном тренде. Время анализа такого тренда в системе 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 вводов трансформатора. Так можно проводить расчет только в том случае, когда изменения возникают только в одном из вводов, два других остаются в хорошем состоянии. При изменении параметров двух вводов одновременно система тоже "сработает", но с меньшей чувствительностью и с ошибкой определения дефектного ввода. Тем не менее такой подход используется в методе контроля вектора небаланса токов проводимости и справедлив в 95 процентов случаев повреждения вводов высоковольтных трансформаторов.



Для иллюстрации работы внутренних алгоритмов системы приведены три векторные диаграммы токов проводимости 3-х фаз. Векторная диаграмма «а» соответствует случаю сбалансированной системы трех токов проводимости. Диаграмма «б» на рисунке соответствует случаю, когда изменился тангенс угла потерь фазы «А». Диаграмма «с» соответствует случаю, когда изменилась величина емкости фазы «А».

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

### 1.3.3. Алгоритмы анализа изменений параметров трансформаторов

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

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

При установке системы один из вводов трансформатора 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 вводы будут считаться нормальными. Что не соответствует истинному состоянию дел.

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

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

### 1.3.4. Алгоритмы регистрации частичных разрядов

Контроль состояния изоляции трансформатора по частичным разрядам в системе использует для своей работы 3 входных сигнала с устройств присоединения марки DB и 1 сигнал с в/ч трансформатора тока для контроля ЧР в нейтрали марки RFCT-4. Эти сигналы «коммутируются» внутри системы, в которой смонтированы все разделительные цепи.

Система аналоговой и цифровой фильтрации работает в режиме реального времени и анализирует форму и длительность каждого импульса, приходящего в систему 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 0.5 до 10 Мегагерц. Именно этот диапазон частот наиболее информативен для регистрации импульсов от частичных разрядов, возникающих в изоляции трансформаторов с точки зрения затухания сигнала и уровня помех.

Во-вторых, системой предъявляются жесткие требования к форме импульса. Каждый импульс, пришедший с первичного устройства присоединения 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 системе 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 устройств присоединения 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 градуса. Для этого регистрация всех импульсов в системе производится с учетом фазы рабочего напряжения в контролируемом высоковольтном устройстве, что также позволяет в дальнейшем более эффективно провести анализ состояния изоляции.

Для эффективной отстройки от помех в системе используются следующие технические и алгоритмические методы:

№	Метод отстройки от помех	Реализация метода
1	Анализ формы и длительности каждого импульса.	Технически, в режиме реального времени.
2	Защита от перенаводки импульсов с фазы на фазу	Технически, в режиме реального времени
3	Метод «time of arrival» («время прибытия») для сигналов, приходящих с разных устройств контроля	Технически, с временным разрешением 2 наносекунды
4	Метод использования с разборкой импульсов по частоте и длительности.	Алгоритмически, на основании матриц распределения импульсов.
5	Амплитудно-частотное распределение импульсов относительно фазы питающего напряжения.	Алгоритмически, на основании распределения импульсов на «TF - плоскости».
6	Выявление типов дефектов изоляции и степени их развития.	Алгоритмически, на основании сравнения образов, распределения импульсов.

Все методы отстройки от помех и анализа типов дефектов в изоляции трансформатора работают в системе в автоматическом режиме.

**Внимание!** Все кабели от устройств присоединения DB-2 и высокочастотного трансформатора тока RFCT-4 должны быть **одинаковой длины**. Это необходимо для работы алгоритма отстройки от помех по времени прибытия импульса ЧР.

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 50 Гц);

- Мощность ЧР (PDI).

При каждом импульсе ЧР мы дополнительно впрыскиваем из источника напряжения «кажущийся» заряд. Заряд инжектируется мгновенно при конкретном напряжении источника. Значит, энергия, которая дополнительно вводится из-за единичного ЧР, равна заряду, умноженному на мгновенное напряжение на объекте. Просуммировав все импульсы, можно 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:

$$P = \frac{1}{T} \times \sum_{i=1}^m Q_i \times V_i \quad \text{где:}$$

- P – мощность разрядов, Вт,
- T – время наблюдения, сек,
- m – число зарегистрированных импульсов за время T, и
- QiVi – энергия i-го импульса

- Скорость изменения амплитуды и мощности частичных разрядов (раз в год).

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

#### 1.4 Режимы работы светодиодов системы

Система имеет 3 одиночных светодиода, которые отражают общее текущее состояние параметров системы, и 3 светодиода, которые отражают наличие токов проводимости 3-х вводов:

1. Светодиод состояния системы Ready. Горит постоянно при нормальном состоянии системы. Мигает быстро, примерно 2 раза в секунду - при ошибке или неисправности системы. Мигает медленно (примерно раз в 2 секунды) - во время проведения измерений. Не горит – система выключена или неисправна.

2. Светодиод тревожного состояния изоляции Warning. Горит постоянно при превышении какого-либо из контролируемых параметров тревожной границы. При наличии превышения аварийной границы – отключается.

3. Светодиод аварийного состояния изоляции Alarm. Горит постоянно при превышении какого-либо из контролируемых параметров аварийной границы.

4. Наличие токов проводимости 3-х вводов.

## 1.5 Режимы работы реле системы

Система имеет 4 реле:

1. Реле состояния системы «Status». После включения система переходит в режим тестирования и проверки входных каналов. Если все проверки выполнены и система перешла в режим мониторинга, включается реле 1. Реле постоянно включено при нормальном режиме работы системы. При возникновении ошибки и при выключении системы контакты реле переключаются в исходное положение.

2. Реле тревожного состояния измеряемых параметров «Warning». Реле замыкается при превышении каким-либо из контролируемых параметров тревожного состояния. Одновременно загорается светодиод Warning на панели системы. Реле отключается при снижении значения параметра ниже порога, плюс установленный процент гистерезиса.

3. Реле аварийного состояния измеряемых параметров «Alarm». Реле замыкается при превышении уровнем небаланса токов проводимости порога аварийного состояния. Реле замыкается автоматически без участия микропроцессора через заданный интервал времени. После проведения измерения системой загорается светодиод «Alarm» на панели системы. Реле отключается при снижении значения параметра ниже порога только при отключении системы или проведении балансировки измерительной схемы.

Интервал времени срабатывания реле определяется переключками, установленными непосредственно на плате системы (под верхней крышкой).

Левая переключка	Правая переключка	Установленная задержка, сек.
Открыта	Открыта	10
Замкнута	Открыта	30
Открыта	Замкнута	60
Замкнута	Замкнута	120

Реле срабатывает, только если аварийный уровень «держится» в течение всего установленного интервала задержки.

Заводская установка интервала задержки равна 10 сек.

4. Реле включения обогрева монтажного шкафа системы. Включает и отключает обогрев шкафа. Температура включения задается в настройках системы. Устройство контроля температуры установлено непосредственно на плате системы. Температура контролируется не реже 1 раза в минуту. Реле отключается при превышении показаний внутреннего устройства контроля от установленного порога на 3 °C.

## 2. Использование выносного индикатора для настройки системы и отображения параметров





### 2.1 Назначение выносного индикатора

Система может поставляться в комплекте с выносным индикатором, подключаемым к разьему «Terminal». Данный индикатор не входит в стандартный комплект поставки системы и поставляется по дополнительному соглашению. Выносной индикатор предназначен для первоначальной настройки параметров системы, оперативного контроля состояния системы в процессе эксплуатации без использования компьютера.



Рисунок 2.1

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 системы, изменения параметров настройки системы и т.п.;
- «Ent» - используется для выбора текущего пункта меню, для подтверждения ввода в текущее поле ввода;
- «Mem» - просмотр данных в памяти системы;
- «Mod» - режим настроек параметров системы.





Индикатор может подключаться как к выключенной системе, так и к включенной. При подключении индикатора к включенной системе возможна задержка появления индикации, т.к. индикация появляется только при обновлении данных на экране.

## 2.2 Просмотр показаний

Система 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 регистрации 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 системе отображается на экране следующие данные:

- текущие дата и время системы;
- дата и время регистрации следующего замера;
- частота сети;
- величина токов нагрузки;
- температура масла и окружающей среды;
- влажность окружающей среды;
- превышенные аварийные пороги;
- уровень интенсивности ЧР;
- тренд интенсивности ЧР;
- амплитуда импульсов ЧР Qmax;
- тренд амплитуды импульсов;
- амплитуда и фаза небаланса токов проводимости;
- тренд небаланса токов проводимости;
- температурный коэффициент (температурная зависимость) токов проводимости и его фаза;
- тангенсы и емкости вводов трансформатора.

## 2.3 Работа и настройка системы

При включении система загружает данные, на экране при этом отображается строка "loading...".



После выполнения этой операции система переходит в режим ожидания команд пользователя с клавиатуры индикатора или по интерфейсам связи, отображения информации и отработки расписания проведения измерений.

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

- "Mem" - просмотр архива;

- "Mod" – вход в меню системы.

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

### 2.3.1. Архив системы



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 система предложит удалить замер.



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

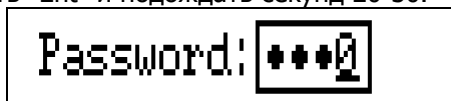


Если в окне удаления архива нажать "Ent" или "Mem", то система удалит весь архив данных и, сообщив о том, что у Вас в архиве нет замеров, выйдет из просмотра.

### 2.3.2. Меню системы

#### 2.3.2.1 Структура меню

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



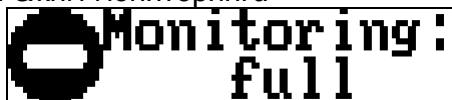
Структурно меню организовано в виде списка. В один момент времени на экране отображается один пункт меню. Переключение между пунктами осуществляется с помощью кнопок "Влево", "Вправо", выбор пункта – "Ent".

Список меню, имеет следующие пункты:

1. Режим мониторинга (п. 2.3.2.2);

2. Установка текущей даты (п. 2.3.2.3);
  3. Установка текущего времени (п. 2.3.2.4);
  4. MODBUS адрес системы (п. 2.3.2.5);
  5. Скорость обмена по интерфейсу RS-485 (п. 2.3.2.6);
  6. Параметры объекта (п. 2.3.2.7);
  7. Общие параметры регистрации ЧР (п. 2.3.2.8);
  8. Корректировка чувствительности каналов регистрации ЧР (п. 2.3.2.9);
  9. Настройка планировщика (п. 2.3.2.10);
  10. Настройка отображаемых параметров (п. 2.3.2.11);
  11. Установка интервала смены текущего отображаемого параметра (п. 2.3.2.12);
  12. Удаление памяти и настроек системы (п. 2.3.2.13);
  13. Запуск калибровки каналов измерения ЧР (п. 2.3.2.14);
  14. Определение уровня шума в каналах измерения ЧР (п.2.3.2.15);
  15. Запуск балансировки (п. 2.3.2.16);
  16. Калибровка каналов измерения тока нагрузки (п.2.3.2.17);
  17. Настройка порогов небаланса токов проводимости (п.2.3.2.18);
  18. Настройка порога температурного коэффициента небаланса токов проводимости (п. 2.3.2.19);
  19. Настройка порога тренда небаланса токов проводимости (п. 2.3.2.20);
  20. Настройка пороговых значений тангенса вводов (п. 2.3.2.21);
  21. Ввод базовых значений тангенсов вводов (п. 2.3.2.22);
  22. Ввод базовых значений тангенсов емкостей (п. 2.3.2.23);
  23. Ввод температуры измерений базовых значений тангенсов и емкостей вводов (п. 2.3.2.24);
  24. Ввод данных о входных сопротивлениях системы (п. 2.3.2.25);
  25. Настройка количества усреднений при измерении небаланса токов проводимости (п. 2.3.2.26);
  26. Настройка интервала времени для подтверждения недопустимого уровня небаланса токов проводимости (п. 2.3.2.27);
  27. Настройка уровня гистерезиса уровня небаланса токов проводимости (п. 2.3.2.28);
  28. Задание температуры включения обогревателя шкафа системы (п. 2.3.2.29);
  29. Запуск внеочередного замера (п. 2.3.2.30).
- Выход из меню – "Esc". Пока система находится в режиме меню, регистрация не выполняется, и на запросы по связи система отвечает "Занят".

### 2.3.2.2 Режим мониторинга



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

В системе реализованы следующие режимы:

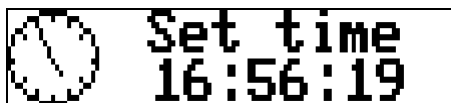
- «full» - мониторинг включен, контролируется вектор небаланса и уровень ЧР;
- «unbalance» - мониторинг включен, контролируется только вектор небаланса токов утечки;
- «pd only» - мониторинг включен, но контролируется только уровень ЧР;
- «stopped» - мониторинг остановлен, состояние трансформатора не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

### 2.3.2.3 Установка текущей даты



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

### 2.3.2.4 Установка текущего времени



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

### 2.3.2.5 MODBUS адрес системы



Для изменения адреса системы 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.

### 2.3.2.6 Скорость обмена по интерфейсу RS-485



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.

### 2.3.2.7 Параметры объекта



В данном пункте вводятся:

1. Рабочее напряжение трансформатора в киловольтах;
2. Рабочий ток в амперах.

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



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.

### 2.3.2.8 Общие параметры регистрации ЧР



В данном пункте вводятся:

1. Источник синхронизации
2. Частота для внутренней синхронизации
3. Количество синусоид для считывания
4. Режим сохранения

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

```
SyncΦChA Freq 60.0
NSin 60 Save test
```

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.

### 2.3.2.9 Корректировка чувствительности каналов регистрации ЧР

В данном пункте меню, можно изменить чувствительность канала измерения ЧР, в том случае если по каким-либо причинам не удалось провести калибровку.

```
☰ PD channel
  ⋮ settings
```

Для изменения этих параметров выберите пункт "PD Channel settings" из меню и нажмите "Ent".

```
Set for phase A
Sensitivity Φ 10.0
```

С помощью "Влево" и "Вправо" выберите фазу, на которой планируется корректировка чувствительности, и нажмите "Ent".

```
Set for phase A
Sensitivity Φ 10.0
```

С помощью "Влево", "Вправо", "Вверх" и "Вниз" введите нужное значение и нажмите "Ent" для ввода значения. "Esc" – вернет Вас в меню без сохранения изменений, при нажатии клавиши "Mem" введенные значения сохраняются.

### 2.3.2.10 Настройка планировщика



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.

### 2.3.2.11 Настройка отображаемых параметров



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".

### 2.3.2.12 Установка интервала смены текущего отображаемого параметра



Установите задержку между сменой способов отображения информации на экране системы.

### 2.3.2.13 Удаление памяти и настроек системы



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!** Восстановление данных после удаления будет невозможно!

### 2.3.2.14 Запуск калибровки каналов измерения ЧР



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

### 2.3.2.15 Определение уровня шума в каналах измерения ЧР

Выберите этот пункт для автоматического определения уровня помех в каналах измерения ЧР после монтажа системы и перед включением контролируемого трансформатора. Система автоматически определит уровень шумов и сохранит этот параметр в настройках каждого канала измерения ЧР. Ниже данного уровня не будет работать амплитудная отстройка от помех.

### 2.3.2.16 Запуск балансировки измерительной схемы системы

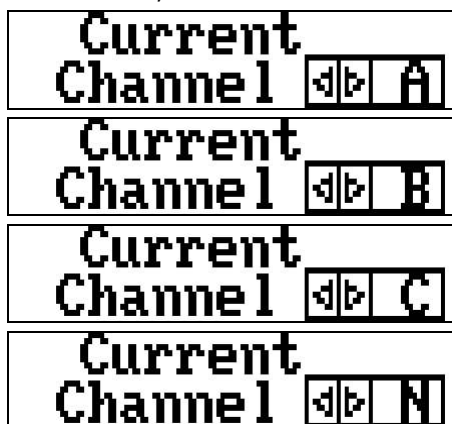
Выберите этот пункт для запуска балансировки, при проведении пусконаладочных работ и подачи высокого напряжения на контролируемый объект. Балансировка производится автоматически.

Изначально отображается текущее состояние балансировочных параметров. Для запуска автоматической балансировки системы нажмите кнопку «Mem».

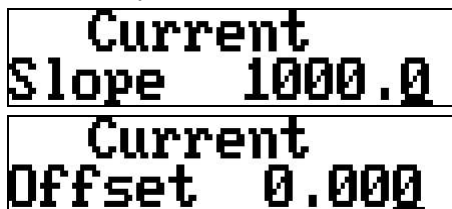
### 2.3.2.17 Калибровка каналов измерения тока нагрузки

Выберите этот пункт для установки коэффициента преобразования измерительных трансформаторов тока и нажмите "Ent".

С помощью "Влево" и "Вправо" выберите фазу, на которой планируется корректировка чувствительности, и нажмите "Ent".



С помощью "Влево", "Вправо", "Вверх" и "Вниз" введите нужное значение множителя (slope) и смещения (offset) и нажмите "Ent" для ввода значения. "Esc" – вернет Вас в меню без сохранения изменений, при нажатии клавиши "Mem" введенные значения сохраняются.



### 2.3.2.18 Настройка порогов небаланса токов проводимости

Выберите этот пункт для корректировки заводских установок порогов небаланса токов проводимости и нажмите "Ent".



С помощью "Влево" и "Вправо" выберите предупредительный (yellow) или недопустимый (red) порог небаланса и нажмите "Ent" для ввода значения.



С помощью "Влево", "Вправо", "Вверх" и "Вниз" введите нужное значение порога и нажмите "Ent".



"Esc" – вернет Вас в меню без сохранения изменений, при нажатии клавиши "Mem" введенные значения сохраняются.

### 2.3.2.19 Настройка порога температурного коэффициента небаланса токов проводимости

Выберите этот пункт для корректировки заводских установок значения порога температурного коэффициента небаланса токов проводимости и нажмите "Ent".



С помощью "Влево", "Вправо", "Вверх" и "Вниз" введите нужное порога и нажмите "Ent". Порог задается в %/°C (изменение небаланса токов проводимости % при изменении температуры на 1°C).

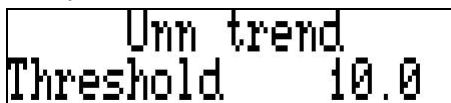


"Esc" – вернет Вас в меню без сохранения изменений, при нажатии клавиши "Mem" введенные значения сохраняются.

### 2.3.2.20 Настройка порога тренда небаланса токов проводимости



Выберите этот пункт для корректировки заводских установок порогов тренда небаланса токов проводимости и нажмите "Ent".



С помощью "Влево", "Вправо", "Вверх" и "Вниз" введите нужное значение порога и нажмите "Ent". Порог задается в «разях в год».

```

Unn trend
Threshold 10.0
    
```

"Esc" – вернет Вас в меню без сохранения изменений, при нажатии клавиши "Mem" введенные значения сохранятся.

### 2.3.2.21 Настройка пороговых значений тангенса вводов

```

ALARM Tangent
Thresholds
    
```

Выберите этот пункт для корректировки заводских установок порогов тангенсов вводов и нажмите "Ent".

С помощью "Влево" и "Вправо" выберите предупредительный (yellow), недопустимый (red) порог или порог разового изменения (variation) расчетного значения тангенса ввода и нажмите "Ent" для ввода значения.

```

Tangent Threshold
Yellow 0.60

Tangent Threshold
Red 1.00

Tangent Threshold
Variation 0.20
    
```

С помощью "Влево", "Вправо", "Вверх" и "Вниз" введите нужное значение порога и нажмите "Ent".

"Esc" – вернет Вас в меню без сохранения изменений, при нажатии клавиши "Mem" введенные значения сохранятся.

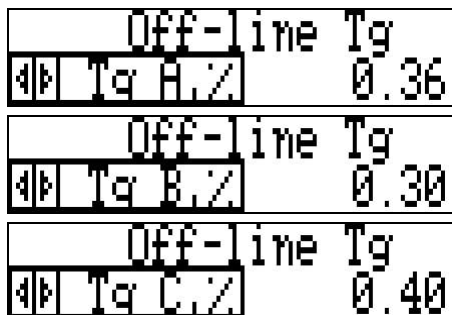
### 2.3.2.22 Ввод базовых значений тангенсов вводов

```

Off-line Tg
value
    
```

Выберите этот пункт для ввода заводских данных тангенсов или тангенсов, полученных при последних испытаниях вводов на трансформаторе, и нажмите "Ent".

С помощью "Влево" и "Вправо" выберите фазу, для которой планируется ввод базовой величины тангенса, и нажмите "Ent".



С помощью "Влево", "Вправо", "Вверх" и "Вниз" введите нужное значение и нажмите "Ent".



"Esc" – вернет Вас в меню без сохранения изменений, при нажатии клавиши "Mem" введенные значения сохраняются.

### 2.3.2.23 Ввод базовых значений емкостей вводов



Выберите этот пункт для ввода заводских данных емкостей C1 или емкостей C1, полученных при последних испытаниях вводов на трансформаторе и нажмите "Ent".

С помощью "Влево" и "Вправо" выберите фазу, для которой планируется ввод базовой величины емкости, и нажмите "Ent".

```

    Off-line C
    [A] C A, PF 500.0
    
```

```

    Off-line C
    [B] C B, PF 500.0
    
```

```

    Off-line C
    [C] C C, PF 500.0
    
```

С помощью "Влево", "Вправо", "Вверх" и "Вниз" введите нужное значение и нажмите "Ent".

```

    Off-line C
    [A] C A, PF 500.0
    
```

"Esc" – вернет Вас в меню без сохранения изменений, при нажатии клавиши "Mem" введенные значения сохранятся.

2.3.2.24 Ввод температуры измерений базовых значений тангенсов и емкостей вводов

```

    [1] Temperature
    measur. Tg
    
```

Выберите этот пункт для ввода данных температуры измерений введенных базовых значений тангенсов и емкостей вводов и нажмите "Ent".

```

    Temperature
    measur. Tg 20
    
```

С помощью "Влево", "Вправо", "Вверх" и "Вниз" введите нужное значение и нажмите "Ent".

```

    Temperature
    measur. Tg 20
    
```

"Esc" – вернет Вас в меню без сохранения изменений, при нажатии клавиши "Mem" введенные значения сохранятся.

### 2.3.2.25 Ввод данных о входных сопротивлениях системы



Выберите этот пункт для корректировки заводских данных входных сопротивлений системы и нажмите "Ent". Изменение заводских данных необходимо, только если эти входные сопротивления были изменены.



С помощью "Влево" и "Вправо" выберите фазу, для которой планируется изменение значений, и нажмите "Ent".



С помощью "Влево", "Вправо", "Вверх" и "Вниз" введите нужное значение и нажмите "Ent".

"Esc" – вернет Вас в меню без сохранения изменений, при нажатии клавиши "Mem" введенные значения сохранятся.

### 2.3.2.26 Настройка количества усреднений при измерении небаланса токов проводимости

Увеличение количества усреднений при измерении небаланса токов проводимости приводит к более стабильным измерениям, но значительно увеличивает время проведения измерений.

Выберите этот пункт для корректировки заводских данных входных усреднений и нажмите "Ent".



С помощью "Влево", "Вправо", "Вверх" и "Вниз" введите нужное значение и нажмите "Ent".



"Esc" – вернет Вас в меню без сохранения изменений.

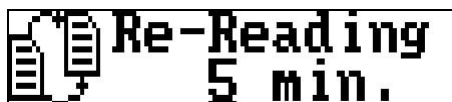
### 2.3.2.27 Настройка интервала времени для подтверждения недопустимого уровня небаланса токов проводимости

При достижении недопустимого уровня небаланса система через заданный интервал времени проведет контрольное измерение.

Выберите этот пункт для установки интервала времени проведения контрольного измерения и нажмите "Ent".



С помощью "Влево", "Вправо", "Вверх" и "Вниз" введите нужное значение и нажмите "Ent".



"Esc" – вернет Вас в меню без сохранения изменений.

### 2.3.2.28 Настройка уровня гистерезиса уровня небаланса токов проводимости

Выберите этот пункт для корректировки гистерезиса уровня небаланса токов проводимости и нажмите "Ent".



С помощью "Влево", "Вправо", "Вверх" и "Вниз" введите нужное значение и нажмите "Ent".



"Esc" – вернет Вас в меню без сохранения изменений.

### 2.3.2.29 Задание температуры включения обогревателя шкафа системы

В корпусе системы «TDM-M» установлено устройство контроля температуры, на основании показаний которого включается обогреватель шкафа системы. Задать температуру, ниже которой будет включен обогреватель можно, выбрав данный пункт меню и нажав "Ent".



С помощью "Влево", "Вправо", "Вверх" и "Вниз" введите нужное значение и нажмите "Ent".



"Esc" – вернет Вас в меню без сохранения изменений.

**Внимание!** Отключение обогрева происходит при превышении заданной температуры на 3 градуса.

### 2.3.2.30 Запуск внеочередного замера



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

### 3. Использование программы «СКИ» для настройки и анализа параметров системы

#### 3.1 Назначение программы «СКИ»

Программа «СКИ» (далее - программа) предназначена для анализа показаний систем, их конфигурирования и резервного хранения замеров и настроек систем. Программа позволяет просматривать уровни контролируемых параметров, тренды изменения параметров по времени в любой выбранный момент. Программа соединяется с системами «TDM-M» 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 установочного диска программы «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 3.1.

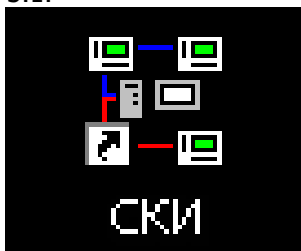


Рисунок 3.1 Ярлык программы «СКИ»

После этого появится окно ввода пароля, в соответствии с рисунком 3.2.

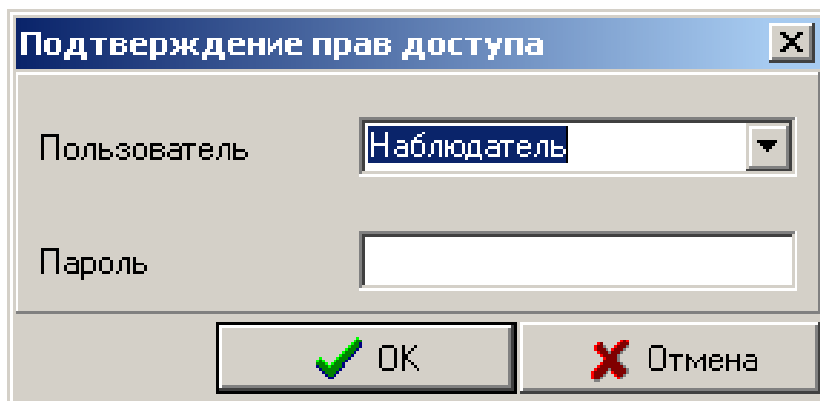


Рисунок 3.2 Выбор прав доступа

В программе имеется 3 уровня доступа:

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

Уровень доступа «Наблюдатель» не требует пароля. Переход с более высокого уровня на более низкий уровень 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 3.3).

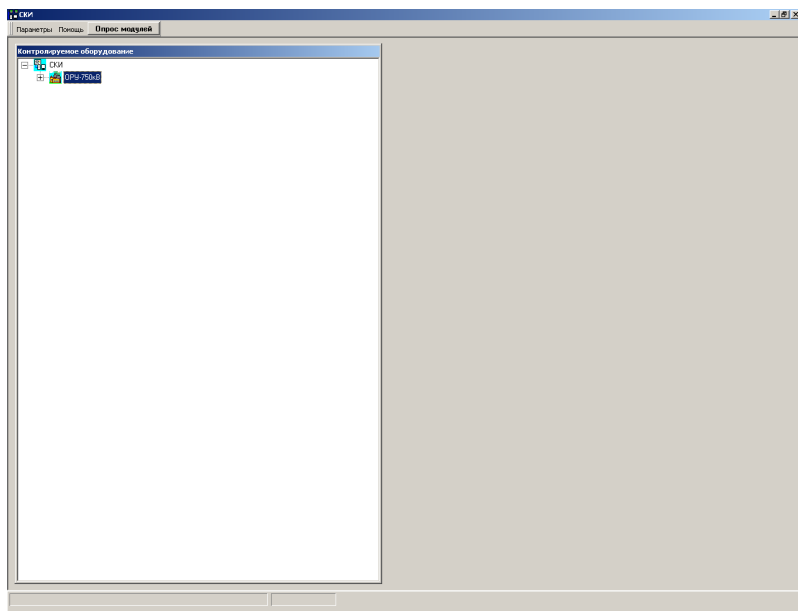


Рисунок 3.3 Вид программы «SKI» после запуска

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

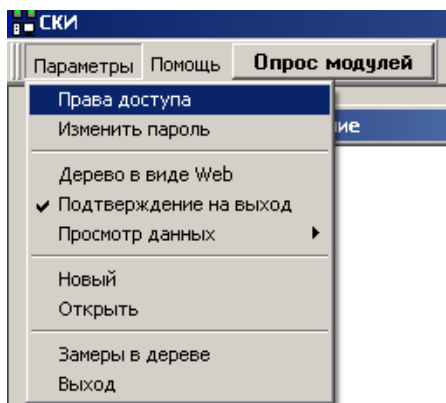


Рисунок 3.4 Строка меню программы «SKI»

Все остальные действия осуществляются с помощью окна базы данных.

### 3.4.2 Окно базы данных

В этом окне имеется один элемент верхнего уровня «СКИ». 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 3.5 Пример окна базы данных программы «СКИ»

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

Подробно программа описана в Руководстве пользователя программы «СКИ», идущим в комплекте с программой «СКИ». Ниже рассматривается только настройка системы «TDM-M».

### 3.4.3 Настройка системы при помощи программы «СКИ»

Для настройки системы «TDM-M»:

- запустите программу «СКИ» в режиме оператора;
- выберите элемент «TDM-M» из элементов контролируемого объекта и нажмите на нем правую кнопку;
- в появившемся меню выберите пункт «Изменить конфигурацию»;

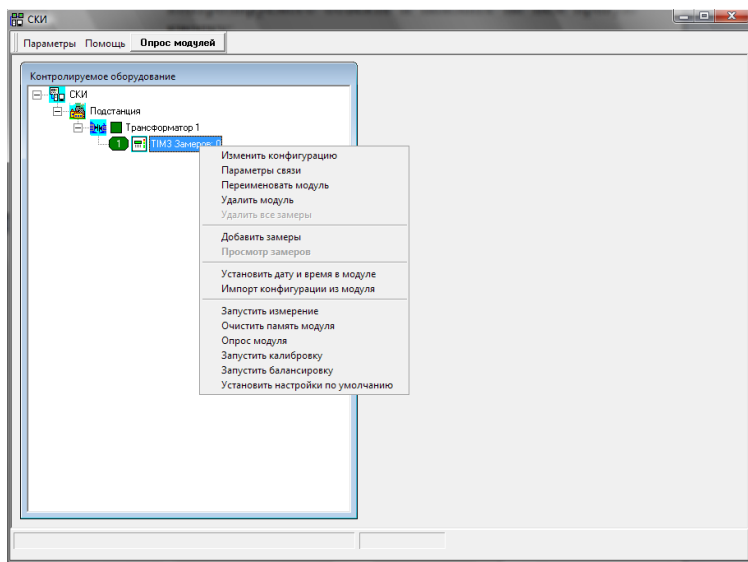


Рисунок 3.6 Меню системы

Если конфигурация еще не была перекачана из системы, то программа сначала скажет: «Не найден файл конфигурации модуля» (рисунок 3.7).

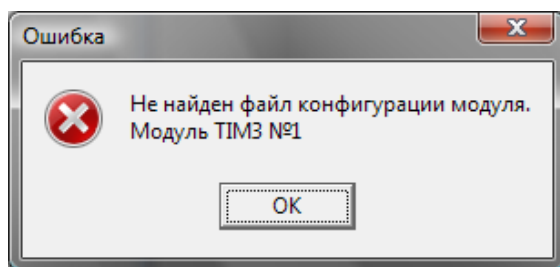


Рисунок 3.7

Затем спросит: «Загрузить конфигурацию с модуля» (рисунок 3.8).

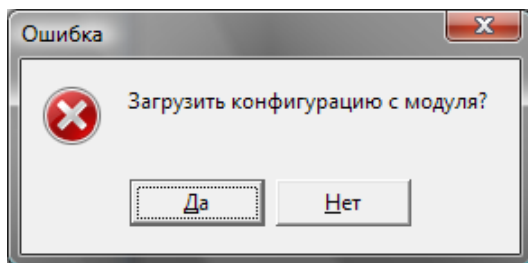


Рисунок 3.8

Нажмите «Да» для перекачки в компьютер всех параметров системы.

В случае отсутствия связи с системой программа выдаст сообщение согласно рисунку 3.9.

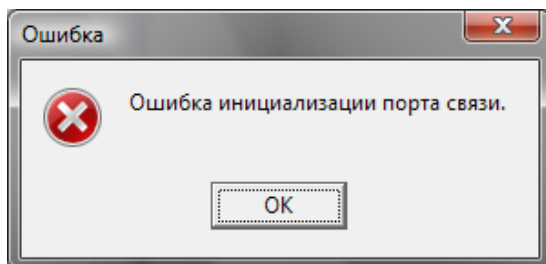


Рисунок 3.9

Необходимо проверить параметры связи с системой, выбрав пункт меню «Параметры связи».

При наличии конфигурации с данной системой в программе сразу запустится окно редактирования сохраненных ранее параметров. Для редактирования параметров, установленных в системе в этом случае, нужно выбрать «Импорт конфигурации из модуля».

После завершения передачи данных откроется окно конфигурации системы (рисунок 3.10).

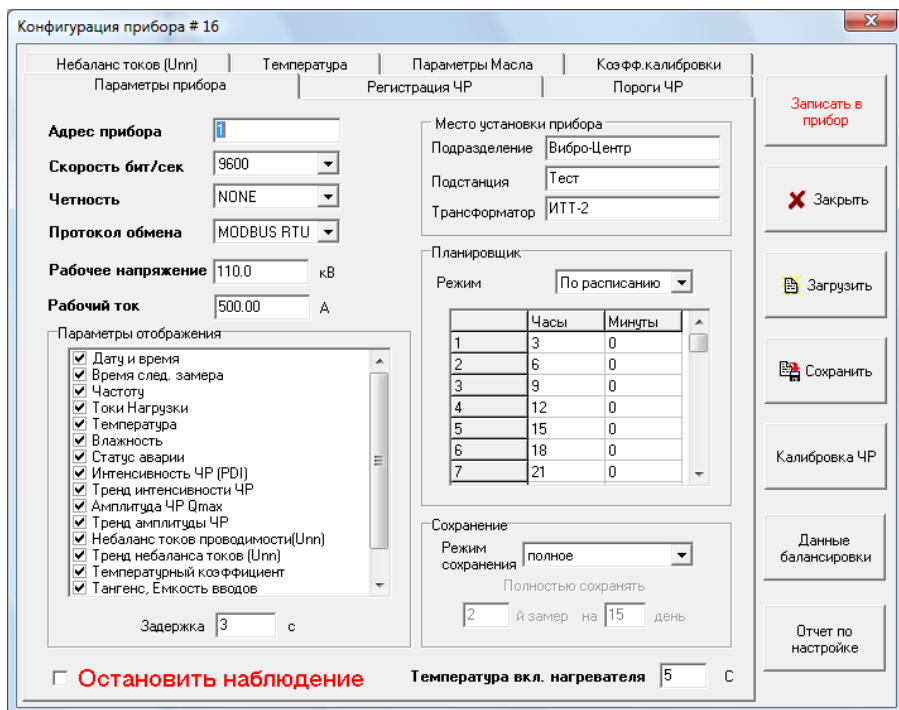


Рисунок 3.10

В этом окне 7 вкладок:

- **«Параметры системы»** - здесь устанавливаются общие параметры системы;
- **«Регистрация ЧР»** - на этой вкладке устанавливаются параметры регистрации частичных разрядов;
- **«Пороги ЧР»** - здесь задаются тревожные и аварийные уровни, и контролируемые параметры;
- **«Небаланс токов (Unn)»** - параметры регистрации и оценки небаланса;
- **«Температура»** - настройка параметров измерения температуры;
- **«Параметры масла»** - выбор и настройка параметров связи с прибором контроля масла, задание пороговых значений наличия растворенных газов в масле.
- **«Кoeff. калибровки»** - задание калибровочных коэффициентов устройств контроля температуры, влажности и коэффициенты трансформации трансформаторов тока нагрузки и тока в нейтрали.

В правой части окна расположено 7 кнопок:

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

- **«Закрыть»** - закрывает окно без сохранения и отправки;
- **«Загрузить»** - загрузить заранее сохраненные данные из файла;
- **«Сохранить»** - сохраняет в файл, но не отправляет в систему;
- **«Калибровка ЧР»** - запускает окно просмотра данных калибровки ЧР;
- **«Данные балансировки»** - запускает окно просмотра данных балансировки токов проводимости;
- **«Отчет по настройке»** - формирование отчета о процессе калибровки, настройки и вводе в эксплуатацию системы «TDM-M».

### 3.4.3.1 Вкладка «Параметры системы»

Здесь задаются общие параметры системы.

В поле «Адрес системы» задается адрес системы в сети MODBUS. При связи по интерфейсу USB этот параметр не имеет значения.

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

«Четность» - устанавливается тип контроля четности при обмене информацией.

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

«Рабочее напряжение» - введите рабочее напряжение в киловольтах.

«Рабочий ток» - введите рабочий ток в амперах.

Группа *«Место установки системы»* - информация об подразделении, подстанции и трансформаторе, на котором установлен система.

Группа *«Параметры отображения»* - если к системе подключен экран и система не находится в режиме измерения, то через заданное количество секунд, устанавливаемое в параметре «Задержка», на экране изменятся способ отображения текущей информации.

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

Группа *«Сохранение»* - система 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 2-й замер на 3-й день», то каждого третьего числа месяца (3, 6, 9, 12, 15, 18 и т.д.) 2-й замер будет сохраняться полностью.

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

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

### 3.4.3.2 Вкладка «Регистрация ЧР»

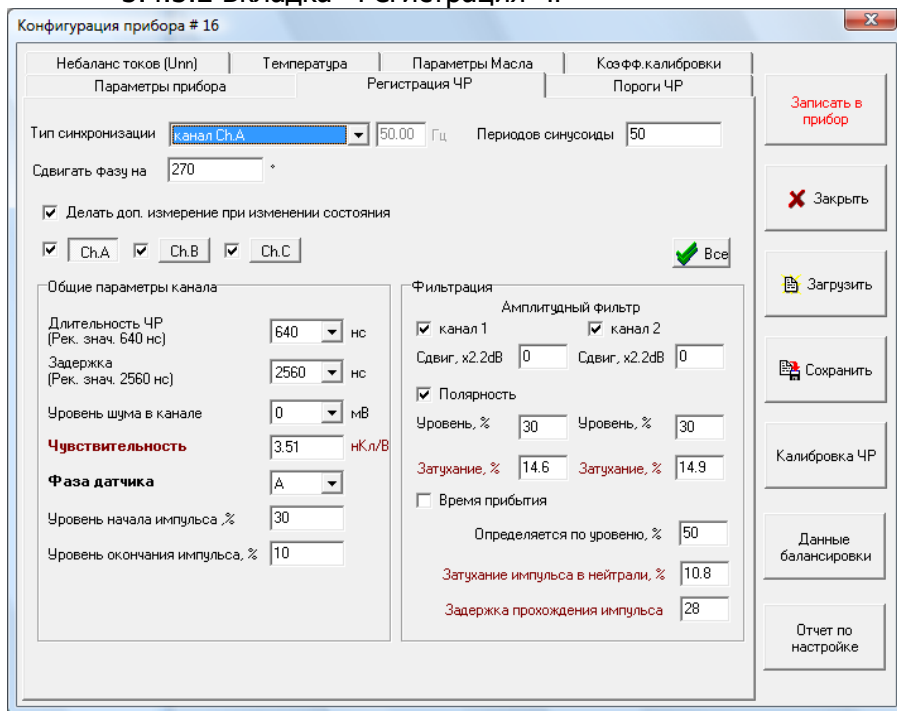


Рисунок 3.11

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

1. вход "Ch.A" системы – устройство присоединения DB-2 ввода фазы А;
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.

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

Если включен переключатель «Делать доп. измерение при изменении состояния», то при переходе оценки замера в аварийную, система 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.

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 такие:

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

«Уровень шума в канале» – механизм отсечки 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.
- Указать «сдвиг» – амплитудного фильтра - величину порога можно подвинуть вверх или вниз относительно сигнального на  $\pm 5$  амплитудных окон.
- Выбрать, активен фильтр по полярности или нет.
- Выбрать, активен фильтр по времени прибытия импульса по сравнению с контролем ЧР в нейтрали или **нет**.

«Затухание» определяется при калибровке системы.

«Уровень» определить равным 30%.

### 3.4.3.3 Вкладка «Оценка состояния ЧР»

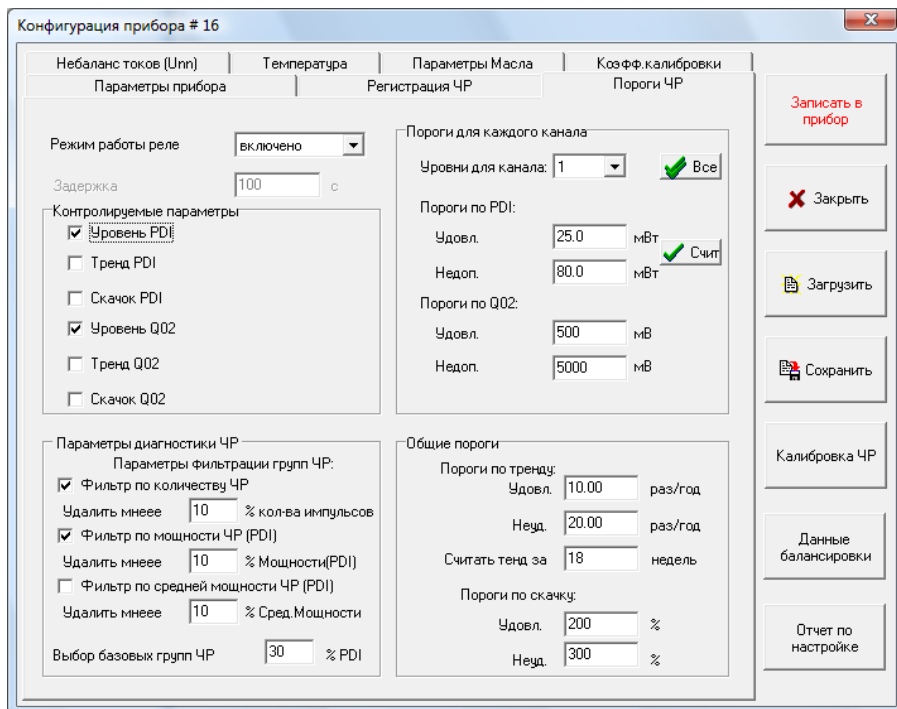


Рисунок 3.12

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

Группа «Контролируемые параметры» – тут нужно выбрать, по каким параметрам 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)»

Конфигурация прибора # 16

Параметры прибора | Регистрация ЧР | Пороги ЧР

Небаланс токов (Unn) | Температура | Параметры Масла | Коэф.калибровки

**Мониторинг включен**

Усредненный: 10

Допустимый сдвиг фаз: 20 град.

Гистерезис: 15 %

Подтверждение через: 15 мин

Нагрузка по каналу: Усредн.

Анализировать архив (дней): 30

Расчет тренда: 30

Расчет темп. коэф-та: 30

Расчет тангенсов: 15

Входное сопротивление

Фаза А: 25.00 Ом

Фаза В: 25.00 Ом

Фаза С: 25.00 Ом

Настройки порогов

**Небаланс Unn [%]**

предупреждение: 5.0

аварийный: 10.0

**Темп. коэф. [%/C]** Вкл.

предупреждение: 0.080

**Тренд [%/год]** Вкл.

предупреждение: 5.0

Базовый значения

Фаза А	Тангенс [%]	0.35	Емкость [нФ]	500.0
Фаза В	Тангенс [%]	0.35	Емкость [нФ]	500.0
Фаза С	Тангенс [%]	0.35	Емкость [нФ]	500.0

Температура при проведении измерений [C]: 20

Канал измерения температуры: Датчик температуры | Канал #1

Кнопки: Записать в прибор, Закрыть, Загрузить, Сохранить, Калибровка ЧР, Данные балансировки, Отчет по настройке

Рисунок 3.13

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

При калибровке и тестировании система определяет сдвиг фаз, и если сдвиг превышает максимально допустимое значение, выдается сообщение о неверном подключении устройств контроля. 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.» 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 системы.

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

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 вводов трансформаторов.

В поле «Датчик температуры» выберите канал, к которому подключено устройство контроля температуры верхних слоев масла (термопреобразователь сопротивления).

#### 3.4.3.5 Вкладка «Температура»

Настройка параметров измерения температуры.

В поле «Система охлаждения трансформатора» выберите тип системы охлаждения из списка:

- 'М';
- 'Д';
- 'МЦ';
- 'НМЦ';
- 'ДЦ';
- 'НДЦ';
- 'Ц';
- 'НЦ';

или пункт «неизвестна» если нет необходимости контролировать температурные параметры трансформатора.

В поле «Температура верха бака» выберите канал измерения температуры системы, к которому подключен контроль температуры верхних слоев масла.

В поле «Температура низа бака» выберите канал измерения температуры системы, к которому подключен контроль температуры нижних слоев масла.

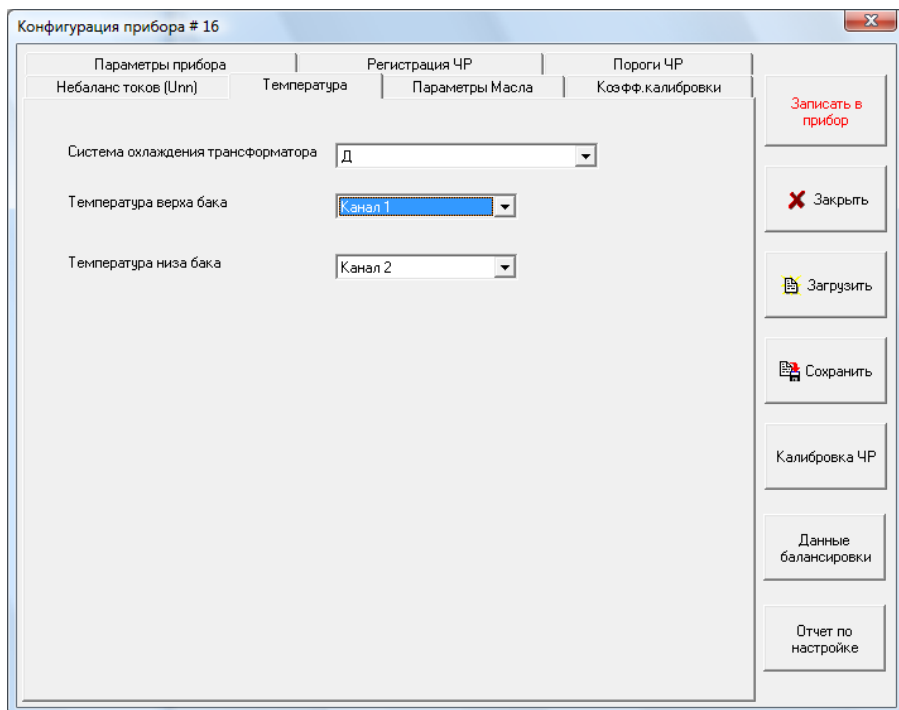


Рисунок 3.14

### 3.4.3.6 Вкладка «Параметры масла»

В поле «Контроль масла включен» установите метку в том случае, если к системе «TDM-M» подключен прибор контроля растворенных газов в масле, и «TDM-M» будет получать данные с этого прибора.

В поле «Прибор контроля масла» выберите тип прибора, подключенного к «TDM-M» (прибор может быть подключен только по интерфейсу RS-485).

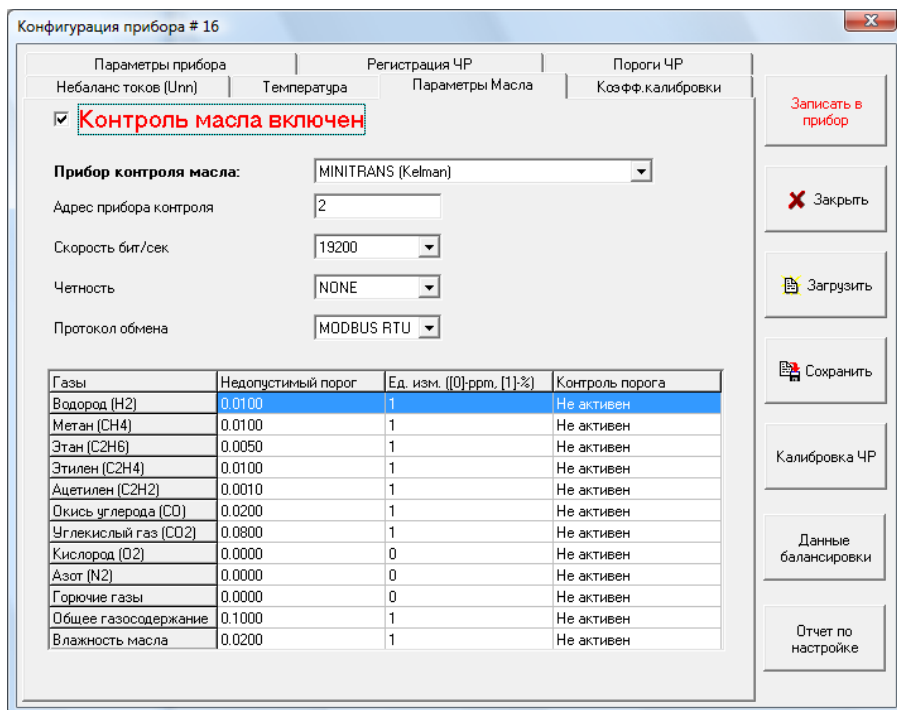


Рисунок 3.15

В поле «Адрес прибора» укажите номер прибора контроля масла (MODBUS протокол).

В поле «Скорость» выберите скорость обмена данными, установленную в приборе контроля масла.

В поле «Четность» укажите способ контроля четности, аналогичный прибору контроля газосодержания в масле.

Выберите тип протокола обмена в поле «Протокол обмена».

При выборе определенного типа прибора все растворенные газы, регистрируемые прибором, будут сохранены вместе с замером состояния изоляции «TDM-M». Газы, не регистрируемые прибором в архиве «TDM-M» будут равны нулю.

Недопустимую концентрацию для каждого газа, единицы измерения и признак «Контроль порога» можно изменить для каждого газа, выбрав двойным нажатием «мыши» соответствующую строку из общего списка газов.

### 3.4.3.7 Вкладка «Коэфф. калибровки»

Конфигурация прибора # 146

Параметры прибора		Регистрация ЧР		Пороги ЧР		
Небаланс токов (Unn)		Температура		Коэфф.калибровки		
<input type="checkbox"/> <b>Получение данных из SCADA</b>						Записать в прибор
<b>Канал температуры 1 (верх бака)</b>			<b>Ток нагрузки А</b>			✖ Закрыть
Множитель	<input type="text" value="1.000"/>	Множитель	<input type="text" value="10.000"/>	Смещение	<input type="text" value="0.000"/>	
Смещение	<input type="text" value="0.000"/>	Смещение	<input type="text" value="0.000"/>			Загрузить
<b>Канал температуры 2 (низ бака)</b>			<b>Ток нагрузки В</b>			
Множитель	<input type="text" value="1.000"/>	Множитель	<input type="text" value="10.000"/>	Смещение	<input type="text" value="0.000"/>	Сохранить
Смещение	<input type="text" value="0.000"/>	Смещение	<input type="text" value="0.000"/>			
<b>Канал температуры 3 (окр.среда)</b>			<b>Ток нагрузки С</b>			Калибровка ЧР
Множитель	<input type="text" value="1.000"/>	Множитель	<input type="text" value="10.000"/>	Смещение	<input type="text" value="0.000"/>	
Смещение	<input type="text" value="0.000"/>	Смещение	<input type="text" value="0.000"/>			Данные балансировки
<b>Влажность воздуха</b>			<b>Ток нейтрали</b>			
Смещение	<input type="text" value="958.000"/>	Множитель	<input type="text" value="10.000"/>	Смещение	<input type="text" value="0.000"/>	Отчет по настройке
Множитель	<input type="text" value="30.680"/>	Смещение	<input type="text" value="0.000"/>			
<b>Канал вибрации 1</b>			Чувствительность <input type="text" value="0.106"/> мА/Г [мВ/Г]			
Датчик	<input type="text" value="4-20mA тип"/>					
<b>Канал вибрации 2</b>			Чувствительность <input type="text" value="0.106"/> мА/Г [мВ/Г]			
Датчик	<input type="text" value="4-20mA тип"/>					
<b>Канал вибрации 3</b>			Чувствительность <input type="text" value="0.106"/> мА/Г [мВ/Г]			
Датчик	<input type="text" value="4-20mA тип"/>					

Рисунок 3.16

Здесь можно задать калибровочные коэффициенты для устройств контроля влажности/температуры. Стандартные коэффициенты для устройств, поставляемых в комплекте с системой «TDM-M» такие:

- для контроля температуры Множитель=1,0, Смещение=0;
- для контроля влажности (типовое) Множитель=30,68, Смещение=958,0;
- для контроля тока нагрузки «Множитель» (с учетом коэффициента трансформации установленного трансформатора тока и установленного нагрузочного сопротивления), Смещение=0; По умолчанию установлен коэффициент равный 10,0 (коэффициент преобразования устройства контроля тока «IFCT-5A»). Для получения реальных значений тока необходимо умножить данное значение на коэффициент преобразования цепи трансформатора тока. Например, если цепь трансформатора тока, на которую установлен «IFCT-5A» имеет коэффициент преобразования 1000:5, то искомый коэффициент преобразования вычисляется как  $10 \cdot 1000 : 5 = 2000$ ;
- тип и паспортные данные чувствительности датчика вибрации.

### 3.4.4 Калибровка системы

Для калибровки каналов измерения ЧР системы «TDM-M»:

- запустите программу «СКИ» в режиме оператора;
- выберите элемент «TDM-M» из элементов контролируемого объекта и нажмите на нем правую кнопку;
- в появившемся меню выберите пункт «Запустить калибровку»;

Программа уточнит параметр подключенного калибровочного генератора, и калибруемый канал:

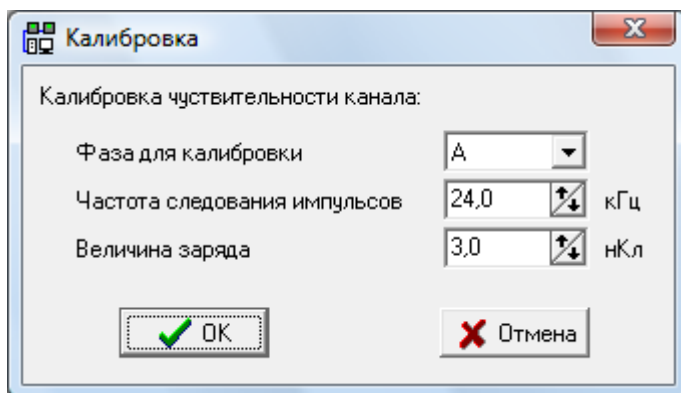


Рисунок 3.17

Нажмите кнопку «OK».

Через некоторое время, достаточное для выполнения автоматической балансировки (три - пять минут), сделайте «Импорт конфигурации из модуля» и в появившемся окне нажмите кнопку «Сохранить». Так же в конфигурации системы можно просмотреть данные калибровки для каждого канала, нажав соответствующую кнопку «Калибровка ЧР».

Калибровочные данные

Фаза: A

Дата калибровки: 15.01.2009

Время: 13:45:54

Амплитудный тест ввода фазы А  
 Амплитудный тест ввода фазы В  
 Амплитудный тест ввода фазы С  
 Амплитудный тест нейтрали  
 Временной тест нейтрали

Основные данные | Дополнительные данные

Амплитуда импульсов во вводе фазы А	853,9
Амплитуда импульсов во вводе фазы В	125,0
Амплитуда импульсов во вводе фазы С	127,3
Амплитуда импульсов в нейтрали	92,0
Задержка нейтрали	28

Вывод

Калибровочные данные

Фаза: B

Дата калибровки: 15.01.2009

Время: 13:48:17

Амплитудный тест ввода фазы А  
 Амплитудный тест ввода фазы В  
 Амплитудный тест ввода фазы С  
 Амплитудный тест нейтрали  
 Временной тест нейтрали

Основные данные | Дополнительные данные

Амплитуда импульсов во вводе фазы А	129,6
Амплитуда импульсов во вводе фазы В	847,4
Амплитуда импульсов во вводе фазы С	136,6
Амплитуда импульсов в нейтрали	92,5
Задержка нейтрали	26

Вывод

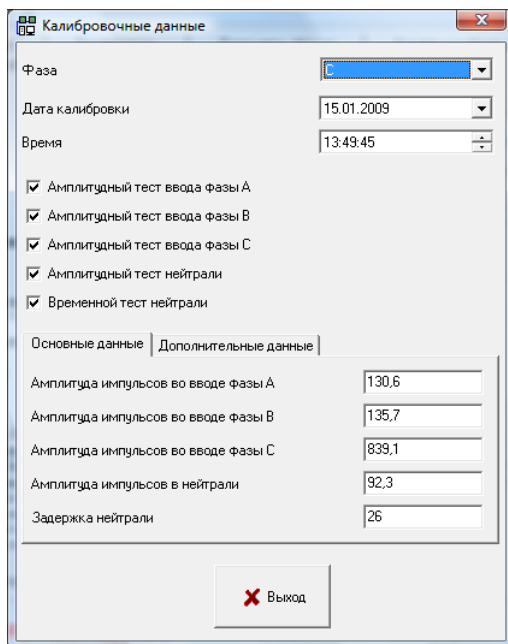


Рисунок 3.18

Калибровку так же можно провести при помощи выносного индикатора из меню настроек системы.

### 3.4.5 Балансировка системы

Для балансировки системы «TDM-M»:

- запустите программу «СКИ» в режиме оператора;
- выберите элемент «TDM-M» из элементов контролируемого объекта и нажмите на нем правую кнопку;
- в появившемся меню выберите пункт «Запустить балансировку» (рисунок 3.19);

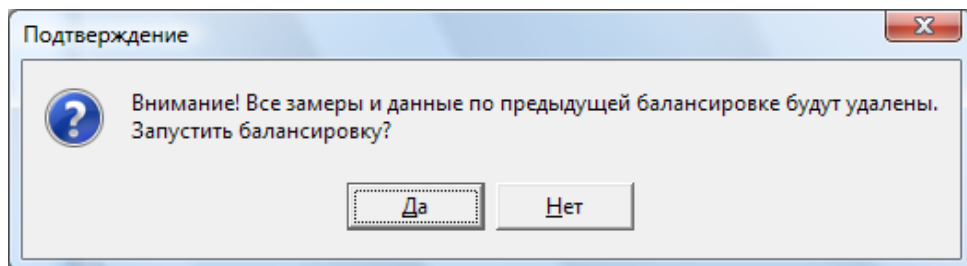


Рисунок 3.19

Нажмите кнопку «Да».

Через некоторое время, достаточное для выполнения автоматической балансировки (три - пять минут), сделайте «Импорт конфигурации из модуля» и в появившемся окне нажмите кнопку «Сохранить». Так же в конфигурации системы можно просмотреть данные балансировки, нажав соответствующую кнопку.

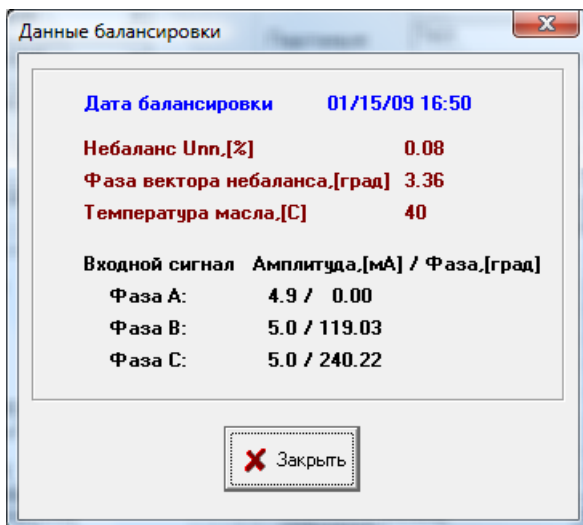


Рисунок 3.20

Балансировку системы так же можно провести при помощи выносного индикатора из меню настроек системы.

### 3.4.6 Протокол калибровки и настройки системы «TDM-M»

После проведения всех работ по калибровке, настройке и балансировке системы необходимо составить протокол со всеми настройками и калибровками системы.

Протокол содержит, кроме общей информации о системе и месте его установки, следующие основные разделы:

1. Таблица калибровки каналов измерения частичных разрядов (ЧР).

Данная таблица представляет собой матрицу градуировочных коэффициентов и перенаводок импульсов ЧР с фазы на фазу. Амплитуды измеренных калибровочных импульсов в каждом канале выделены жирным шрифтом. Для импульсов в нейтрали так же определяется амплитуда и задержка распространения импульсов относительно канала калибровки. Данная задержка используется при работе фильтра по времени прихода импульсов. В результате проведенной калибровки рассчитывается чувствительность каждого измерительного канала (нКл/Вольт).

## 2. Установленные пороги контроля ЧР.

В данной таблице отображаются установленные в настройках (см. 3.4.3.3) тревожные и аварийные пороги ЧР для каждого канала.

## 3. Балансировка токов проводимости вводов.

Таблица параметров балансировки содержит базовые параметры емкостей (С1, пФ) и тангенсов вводов ( $\text{tg } \delta$ , %). Данные параметры заводятся в систему на основе данных заводских испытаний или последних испытаний вводов на трансформаторе. В дальнейшем система будет рассчитывать изменения параметров, используя введенные значения емкостей и тангенсов как базовые.

Следующие параметры таблицы - амплитуда токов проводимости, измеренная системой и сдвиг фаз между ними.

Положение потенциометров – значение внутренних потенциометров системы после проведения балансировки. Данные значения являются справочными.

Остаточный небаланс и его фаза – остаточный уровень небаланса токов проводимости после проведения балансировки измерительной схемы системы.

## 4. Температура трансформатора в момент проведения балансировки.

## 5. Установленные пороги системы защиты вводов.

Пороги контроля параметров изоляции вводов, установленные в настройках (см. 3.4.3.4). При достижении аварийного уровня небаланса токов проводимости реле «Alarm» срабатывает в соответствии с настройками автоматически (см. 1.6). Остальные пороги отражаются в срабатывании реле «Warning».

## 6. Параметры коммуникации.

В данном разделе отображаются параметры настройки каналов связи с системой мониторинга высшего уровня и с прибором контроля содержания растворенных газов в масле (если прибор подключен).

Параметры связи важны для обеспечения четкой и бесперебойной связи с другими системами, составляющими общую систему мониторинга трансформатора.

## **4. Проведение монтажных и пусконаладочных работ системы «TDM-M» и измерительных устройств**

### **4.1 Основные этапы монтажных и пусконаладочных работ**

1. Монтаж измерительных устройств, шкафа системы «TDM-M», прокладка кабелей, подключение кабелей и проверка правильности подключения кабельных линий.
2. Калибровка каналов измерения ЧР при помощи «GKI-2» - калибратора тестового.
3. Настройка параметров работы системы.
4. Включение контролируемого оборудования и балансировка измерительной схемы токов проводимости.
5. Контроль параметров работы системы «TDM-M».

#### **4.1.1 Монтаж измерительных устройств, шкафа системы «TDM-M», прокладка кабелей, подключение кабелей и проверка правильности подключения кабельных линий**

Монтаж измерительных устройств и подключение кабеля необходимо осуществлять строго в соответствии с паспортными данными на оборудование и инструкциями по монтажу.

Особое внимание следует уделить монтажу устройств присоединения марки DB на измерительные выводы вводов. Эти устройства являются основными для контроля изоляции трансформатора. От правильности их монтажа будет зависеть правильность, безопасность работы системы и работа защиты, установленная в данном устройстве. При неверном подключении устройств присоединения или при отсутствии контакта для восстановления правильного подключения, возможно, потребуется отключение трансформатора от сети.

Следует строго выполнять инструкцию по монтажу устройств присоединения марки DB, контролировать целостность уплотнительных резиновых прокладок на устройстве присоединения и на кабельном выводе. Конструкция устройства присоединения разработана для обеспечения полной его герметичности.

Устройства контроля температуры устанавливаются непосредственно на бак трансформатора сверху и внизу бака. Рекомендуется установка контроля температуры на входные и выходные патрубки рабочего охладителя системы охлаждения. Допускается так же использование устройств контроля температуры верхних слоев масла, установленные на заводе-изготовителе трансформатора. В данном случае устройства должны быть типа «Платина 100» (Pt100).

Устройства контроля тока нагрузки IFCT-5 устанавливаются во вторичные цепи трансформаторов тока. Необходимо устанавливать устройства строго в

соответствии с направлением тока, указанным стрелкой на IFCT-5. Как минимум все 3 устройств должны быть установлены одинаково.

Высокочастотный трансформатор тока для контроля ЧР марки RFCT-4 устанавливается только в глухозаземленной нейтрали. Если по режимам работы трансформатора возможна работа с изолированной нейтралью, RFCT-4 устанавливаются после разземляющего ножа (в глухозаземленную часть). Это связано с изоляцией RFCT-4, которая рассчитана на 1000В.

#### **4.1.2 Калибровка каналов измерения ЧР при помощи «GKI-2» - калибратора тестового**

При проведении калибровки определяются:

- а) Чувствительность устройства присоединения и марки DB на измерительном выводе вводов (нКл/Вольт). Чувствительность устройства необходима при расчете амплитуды импульсов в величинах заряда (пКл).
- б) Амплитуда перенаведенных импульсов с фазы на фазу. Полученная матрица перенаводки используется для работы фильтра по полярности сигнала (если данный фильтр включен в настройках измерения ЧР) для фильтрации импульсов короны.
- с) Амплитуда перенаведенных импульсов в нейтрали трансформатора и время распространения импульсов в баке трансформатора. Полученные данные амплитуды и задержки используются при работе фильтра по времени прихода импульса (если данный фильтр включен в настройках измерения ЧР). В системе автоматически учитывается полученное время распространения импульса, и если данное время равно или превышает полученное при калибровке время «пролета» импульса по трансформатору, то считается, что источник данного импульса находится снаружи трансформатора и данный импульс не считается.

Для проведения калибровки необходимо последовательно подать импульсы с «GKI-2» - калибратора тестового на вводы фазы А, В и С трансформатора.

## Схема калибровки.

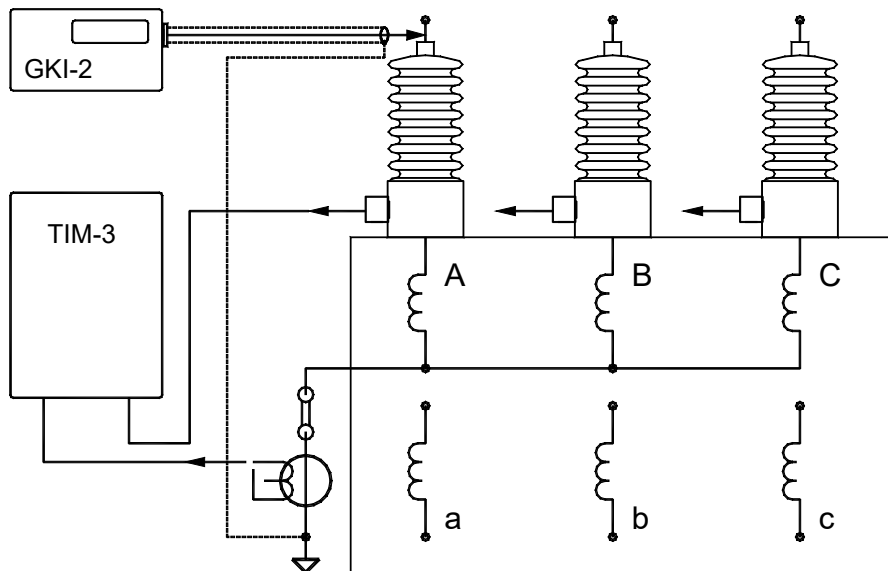


Рисунок 4.1

Калибровка системы производится при помощи «GKI» - калибратора тестового и программного обеспечения «СКИ».

После подключения калибратора к одной из фаз трансформатора необходимо запустить процедуру автоматической калибровки. Это можно сделать при помощи программного обеспечения «СКИ» (см. 3.4.4) или при помощи выносного индикатора в меню настроек системы (см. 2.3.2.14).

Длительность калибровки – порядка 5 минут на каждый канал. Нахождение системы в режиме калибровки можно отследить по «морганию» зеленого светодиода «Ready» на системе «TDM-M». По окончании процесса калибровки канала светодиод постоянно горит.

Калибровка проводится последовательно для всех фаз трансформатора. Данные чувствительности каналов автоматически рассчитываются и запоминаются для каждого канала. Полную информацию по калибровке можно посмотреть в «СКИ» в настройках системы, нажав кнопку «Калибровка ЧР». Полный отчет по настройке, калибровке и балансировке системы «TDM-M» можно получить, нажав кнопку «Отчет по настройке».

### 4.1.3 Настройка параметров работы системы

В данном разделе описываются только основные параметры, которые необходимо проверить и задать при вводе в эксплуатацию. Остальные параметры не являются индивидуальными для каждого объекта, и для них могут быть использованы заводские установки. Параметры системы необходимо задать при помощи программного обеспечения «СКИ» (см. 3.4.3) или выносного индикатора в настройках системы (см.2.3.2).

#### *Параметры обмена данными с системой мониторинга.*

Если система «TDM-M» подключена к системе мониторинга или SCADA системе через порт RS485 необходимо проверить и установить в соответствии с требованиями системы мониторинга параметры обмена данными. К данным параметрам относятся *Адрес системы, Скорость обмена, Четность, Протокол обмена*. Данные параметры важны для работы системы через интерфейс RS485 и не влияют на связь через USB интерфейс.

#### *Рабочее напряжение и номинальный ток трансформатора.*

Необходимо задать линейное значение рабочего напряжения (см. 3.4.3.1 и 2.3.2.7). Рабочее напряжение используется для расчетов мощности импульсов ЧР. Мощность импульсов важна при сравнении данных с другими объектами разного напряжения.

Номинальный ток – паспортные данные тока для данного напряжения в Амперах (см. 3.4.3.1 и 2.3.2.7).

#### *Тангенсы и емкости С1 вводов.*

Данные параметры являются базовыми для дальнейшего анализа расчета системой происходящих изменений (см. 3.4.3.4). Значения тангенсов и емкостей можно взять из заводских испытаний вводов (из паспортов на вводы) или данные последних испытаний вводов непосредственно на трансформаторе. Решение об используемых базовых данных необходимо согласовывать с заказчиком (пользователем оборудования, например, начальником подстанции).

#### *Коэффициенты калибровки токов нагрузки.*

Данные коэффициенты необходимо рассчитать и установить для корректного измерения нагрузки при помощи устройств контроля тока IFCT-5. Изменение заводских настроек связано с необходимостью учесть коэффициент преобразования встроенных или отдельно стоящих трансформаторов тока.

Сам IFCT-5 имеет коэффициент преобразования 1000:1 и измеряет ток до 5А. Дополнительно в устройстве установлен нагрузочный резистор 100 Ом. Итак, для IFCT-5 имеем коэффициент преобразования, равный 10.0. Значение множителя 10.0 является заводской установкой, и при таком

значении система будет измерять значение тока, измеренное устройством IFCT-5, в диапазоне 0 – 5 Ампер.

Для измерения реальных данных токов нагрузки необходимо учесть коэффициент преобразования измерительных трансформаторов тока и умножить на него коэффициент преобразования устройства контроля тока.

Например, коэффициент преобразования измерительных трансформаторов тока равен 800:5. В данном случае необходимо умножить коэффициент преобразования IFCT-5 (10.0) на 800 и разделить на 5. Получим  $10 \cdot 800 : 5 = 1600$ .

Полученный расчетным путем коэффициент необходимо ввести как множитель в коэффициенты калибровки устройств контроля тока нагрузки (см. 3.4.3.7 и 2.3.2.17).

#### **4.1.4 Балансировка измерительной схемы токов проводимости**

Балансировка измерительной схемы токов проводимости проводится после включения контролируемого оборудования под напряжение.

**Внимание!!! Переключатели входных цепей для проведения балансировки и проведения измерений с устройств присоединения марки DV должны находиться в положении «Измерение».**

Балансировку системы рекомендуется проводить сразу же после включения трансформатора без его прогрева.

Балансировка проводится автоматически и запускается либо с выносного индикатора (см. 2.3.2.16), либо через программу «СКИ» (см. 3.4.3).

Длительность калибровки – порядка 5 минут. Нахождение системы в режиме калибровки можно отследить по «морганию» зеленого светодиода «Ready» на системе «TDM-M». По окончании процесса калибровки канала светодиод постоянно горит.

Данные балансировки записываются в память системы и в дальнейшем используются как базовые для расчетов изменений тангенсов и емкостей вводов. Полную информацию по балансировке можно посмотреть в «СКИ» в настройках системы, нажав кнопку «Данные балансировки». Полный отчет по настройке, калибровке и балансировке системы «TDM-M» можно получить, нажав кнопку «Отчет по настройке».

#### **4.1.5 Подключение приборов контроля растворенных газов в масле трансформатора**

Система «TDM-M» имеет встроенный интерфейс обмена данными с рядом известных и широко используемых приборов контроля растворенных газов в масле трансформатора.

Система имеет 2 разъема интерфейса RS485. Первый используется для обмена данными с системой мониторинга, второй – для подключения приборов контроля растворенных газов.

После подключения в настройках системы (см. 3.4.3.6) необходимо указать тип используемого прибора и параметры связи с прибором. Параметры связи (скорость обмена данными, тип контроля четности, тип протокола) необходимо указать аналогичные, как установлены в приборе контроля растворенных газов. Так же нужно правильно указать адрес прибора контроля растворенных газов. Используйте инструкцию к прибору контроля растворенных газов для уточнения и настройки параметров связи.

При установке корректных параметров связи для прибора система «TDM-M» будет автоматически считывать данные о величине растворенных газов и сохранять эти данные в архиве совместно с данными контроля изоляции. Эти данные можно получать по стандартным протоколам связи системы «TDM-M». Корреляцию параметров изоляции и уровня растворенных газов возможно проводить при помощи программного обеспечения «СКИ» или установленных систем мониторинга высокого уровня.

#### **4.1.6 Основные контролируемые параметры при работе системы «TDM-M»**

Основными параметрами контроля изоляции, контролируемые системой «TDM-M», являются:

1. *Амплитуда небаланса токов проводимости (Unn).* Амплитуда небаланса показывает уровень развития дефекта изоляции, а фаза вектора небаланса указывает на ввод, в котором возможны проблемы с изоляцией.
2. *Температурная зависимость (температурный коэффициент) вектора небаланса токов проводимости.* При появлении температурной зависимости возможно на ранних стадиях выявить развивающиеся дефекты в изоляции ввода. Этот параметр так же очень важен, если система устанавливается на «не новые» ввода и текущее состояние их на момент установки точно не известно. В этом случае необходим дополнительный контроль за данным параметром. Фаза вектора температурной зависимости указывает на ввод, который имеет отличную от других температурную зависимость.
3. *Амплитуды токов проводимости вводов.* Изменение амплитуд векторов токов проводимости может быть связано с изменением рабочих напряжений и изменением емкостей вводов. Увеличение тока проводимости ввода при неизменном рабочем напряжении может говорить об изменениях в изоляции ввода.
4. *Изменение емкостей и тангенсов вводов.* При контроле изменений данных параметров необходимо помнить, что они не измеряются

напрямую, а являются расчетными параметрами. Изменение данных параметров обязательно должно сопровождаться изменением вектора небаланса токов проводимости. Изменение емкости так же сопровождается увеличением амплитуды токов утечки при отсутствии перекосов рабочих напряжений на вводах.

5. *Тренд небаланса токов проводимости.* Данный параметр позволяет на ранних стадиях выявить возможные изменения в изоляции вводов.
6. *Амплитуда и мощность ЧР.* Данные параметры важны не для сравнения с какими-либо пороговыми значениями (т.к. норм на ЧР на работающем оборудовании в мире не существует), а для выявления тренда происходящих в изоляции изменений. В добавление к этим параметрам система «TDM-M» позволяет проводить автоматическую диагностику, определение типа разрядной активности (корона, плавающий потенциал, ЧР в толще изоляции и т.д.) Важным для анализа становится изменение мощности не всего сигнала (с учетом возможных шумов), а изменение во времени конкретного диагностированного дефекта. Так же важным моментом при анализе ЧР является связь уровня и интенсивности ЧР с температурой масла и влажностью окружающего воздуха. ЧР снаружи трансформатора чаще всего имеют явную зависимость с влажностью воздуха. ЧР внутри трансформатора такой зависимости не имеет, но может иметь зависимость от температуры масла (нагрузки).
7. *Небаланс токов нагрузки и ток в нейтрали.* Связь между этими параметрами показывает на изменения в геометрии обмоток. При изменении геометрии одной из обмоток характер зависимости токов изменяется. Это новая методика определения изменений геометрии обмоток. Нормы и рекомендации по ее применению только нарабатываются.
8. *Уровень растворенных газов в масле трансформатора.* Система «TDM-M» позволяет подключить установленный на трансформаторе прибор контроля растворенных газов в масле к цифровому интерфейсу RS485 и получать, и сохранять данные с газоанализатора и сохранять их в памяти «TDM-M». Анализ изменений растворенных газов и их связь (или отсутствие таковой) позволяет более точно поставить диагноз контролируемому оборудованию.

## **5. Протокол обмена данными с системами мониторинга высокого уровня**

В системе «TDM-M» реализован стандартный протокол MODBUS RTU. Информацию по протоколу можно получить на официальном сайте <http://www.modbus.org>.

Протокол является открытым, но в связи с тем, что карта регистров данной системы достаточно объемна, для получения ее обращайтесь к нам по телефонам или электронной почте ([dimrus@dimrus.ru](mailto:dimrus@dimrus.ru)). Информация по регистрам протокола будет отправлена Вам без дополнительной оплаты и регистрации.

## 6. Техническое обслуживание

1. Эксплуатационный надзор за работой системы производится лицами, за которыми закреплено данное оборудование.
2. Техническое обслуживание системы заключается в систематическом наблюдении за правильностью работы, регулярном техническом осмотре и устранении возникающих неисправностей.
3. Возможные неисправности и способы их устранения при работе приведены в таблице ниже.

Неисправность	Причина	Методы проверки и устранения
После включения системы не загорается индикатор питания	Нет напряжения в сети	Проверить наличие питания
	Поврежден сетевой шнур	Заменить шнур питания
	Перегорел предохранитель	Заменить предохранитель
Нет обмена между системой и ПК	Обрыв кабеля связи	Заменить кабель

4. Предохранитель заменяется в следующей последовательности:
  - отключите сетевое питание системы «TDM-M»;
  - с помощью отвёртки снять верхнюю крышку с прибора «ТМ-3»;
  - удалить из держателя предохранителя WK0011 неисправный предохранитель и установить годный с параметрами: 260 В, 2 А;
  - установить крышку прибора.
5. Во всех остальных случаях следует обратиться на предприятие-изготовитель.
6. Ремонт системы рекомендуется осуществлять на предприятии - изготовителе.

## **Информация о предприятии-изготовителе**

### **ООО «ДИМРУС» (г. Пермь)**

Россия, 614500, Пермский край,  
 д. Ванюки, Шоссейный въезд, д.2  
 Тел.: (342) 212-23-18, 212-91-93  
 Адрес в интернете: <http://dimrus.ru>  
 e-mail: [dimrus@dimrus.ru](mailto:dimrus@dimrus.ru)