

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ТРАНСФОРМАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

TDM

EAC

Модуль контроля вводов трансформатора

**BUSHING MONITOR
M3**

Руководство по эксплуатации

ВЦ.411729.075 РЭ

г. Пермь

Оглавление

1. Описание и технические параметры.....	3
2. Алгоритмы работы модуля	4
2.1 Алгоритмы работы модуля.....	4
2.1.1 Алгоритмы регистрации информации	4
2.1.2 Алгоритмы расчета текущих технических параметров ввода	5
2.1.3 Алгоритмы анализа изменения параметров ввода	6
2.1.4 Режимы работы реле модуля	6
3. Работа с модулем	7
3.1 Общее описание работы модуля.....	7
3.2 Настройка модуля	7
3.2.1 Настройка параметров связи и проверка подключения	8
3.2.2 Общие настройки модуля МЗ	10
3.2.3 Параметры измерения	12
3.2.4 Настройки связи	13
3.2.5 Пороговые значения	13
3.2.6 Параметры высоковольтных вводов.....	15
3.2.7 Параметры расчета токов нагрузки	15
3.2.8 Параметры инициализации.....	16
3.2.9 Балансировка модуля при подаче рабочего напряжения.....	16
3.3 Порядок настройки и ввода в эксплуатацию модуля	19

1. Описание и технические параметры

Модуль «Bushing Monitor» (МЗ) предназначен для контроля изоляции высоковольтных вводов трансформаторов под рабочим напряжением в режиме постоянного мониторинга, выявления изменений контролируемых параметров, включения систем сигнализации.

Состав технических средств модуля «Bushing Monitor»:

- микропроцессорный модуль «Bushing Monitor» (далее по тексту - модуль);
- набор устройств контроля токов проводимости и частичных разрядов;
- соединительные кабели и металлорукав;
- программное обеспечение для считывания информации в компьютер и настройки модуля.

Модуль в целом позволяет контролировать несколько параметров, отражающих состояние изоляции вводов трансформатора:

- небаланс токов проводимости вводов трансформатора;
- емкость ввода трансформатора;
- тангенс угла потерь и емкость вводов под рабочим напряжением;
- связь между небалансом токов проводимости и температурой верхних слоев масла (температурный коэффициент);
- скорость изменения небаланса токов проводимости.

Основными источниками сигналов служат специально разработанные устройства присоединения марки «DB-2», монтируемые на измерительном выводе (ПИН) высоковольтных вводов. Устройство присоединения «DB-2» снимает с измерительного вывода комплексный сигнал, содержащий ток проводимости промышленной частоты и высокочастотный сигнал частичных разрядов. Дополнительными источниками сигнала служат измерительные трансформаторы напряжения (ТНы). В модуле реализованы два режима вычисления небаланса токов проводимостей, тангенсов и емкостей вводов: прямой и относительный режим. Для относительного режима измерения достаточно подключить к модулю сигналы токов проводимости с устройств присоединения для набора вводов. Для прямого режима требуется добавить сигналы напряжений с ТНов.

Сигналы токов проводимости с устройств присоединения каждого набора вводов и сигналы с ТНов (если они подключены) синхронно измеряются модулем, вычисляются амплитуды токов, напряжений, углы сдвига фаз между токами проводимости и углы сдвига фаз между током проводимости и напряжением с ТНа для всех фаз. Благодаря применению фильтров прибор не чувствителен к наличию высших гармонических составляющих в сигналах с устройств присоединения.

Модуль постоянно делает измерения, каждое измерение длится 1 секунду. После каждого измерения модуль вычисляет значения контролируемых параметров и сравнивает их с пороговыми значениями. В случае превышения пороговых значений контролируемыми параметрами модуль формирует сигналы «Ухудшенное состояние» или «Предаварийное состояние». Также модуль управляет выходным реле модуля «Main Monitor» и включает его при превышении защитного порога.

Кроме последних измеренных значений, модуль также делает усреднения измеренных значений и хранит усреднённые за последний час значения измеренных и вычисленных параметров.

Также модуль имеет три канала для измерения напряжений, пропорциональных токам нагрузки трансформатора. Сигналы измерительных трансформаторов тока через токовые преобразователи подключаются к модулю. С периодичностью, указанной в

настройках, модуль измеряет напряжения с токовых преобразователей и вычисляет токи нагрузки.

Передача информации в системы верхнего уровня производится через модуль «Main Monitor» по интерфейсу RS-485 (протоколам Modbus RTU или TCP).

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

Модуль эксплуатируется установленным в монтажный шкаф системы «TDM».

На лицевой панели корпуса модуля располагаются индикаторы, отражающие текущий режим работы модуля и параметры технического состояния контролируемых вводов трансформатора.

Основные технические данные и характеристики соответствуют данным таблицы 1.

Таблица 1 - Основные технические данные

Количество контролируемых вводов	6
Количество каналов измерения тока нагрузки	3
Рабочее напряжение вводов	(35–750) кВ
Объем энергонезависимой памяти (FLASH) для хранения информации	4 Мб
Порты внешней связи прибора	RS-485, USB
Напряжение питания	5 В
Потребляемый ток, не более	0,5 А

Диапазон измеряемых величин представлен в таблице 2

Таблица 2 - Диапазон измеряемых величин

Измеряемая величина	Диапазон измерения
Ток проводимости	(3-200) мА
Напряжение	5-170 В
Примечание: По согласованию с заказчиком диапазон измеряемого тока проводимости может быть изменен.	

2. Алгоритмы работы модуля

2.1 Алгоритмы работы модуля

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

2.1.1 Алгоритмы регистрации информации

Модуль постоянно производит измерения токов проводимости, напряжений, подключенных к модулю, также измеряются углы сдвига фаз между токами проводимости сторон ВН и СН/НН и углы сдвига фаз между током и напряжением фаз А, В, С сторон ВН и СН/НН. Каждое измерение занимает одну секунду. После каждого измерения происходит усреднение, расчёт параметров высоковольтной изоляции, определяется состояние вводов.

В случае необходимости модуль сигнализирует об изменении состояния контролируемого оборудования и т. д.

2.1.2 Алгоритмы расчета текущих технических параметров ввода

Для каждой из двух сторон можно выбрать один из двух режимов работы модуля: режим прямого измерения и режим относительного измерения. Режим прямого измерения можно использовать в том случае, если к модулю подключены токи проводимости и напряжения с измерительных трансформаторов напряжения. Режим относительного измерения используется в случае, когда к модулю подключены только токи проводимости.

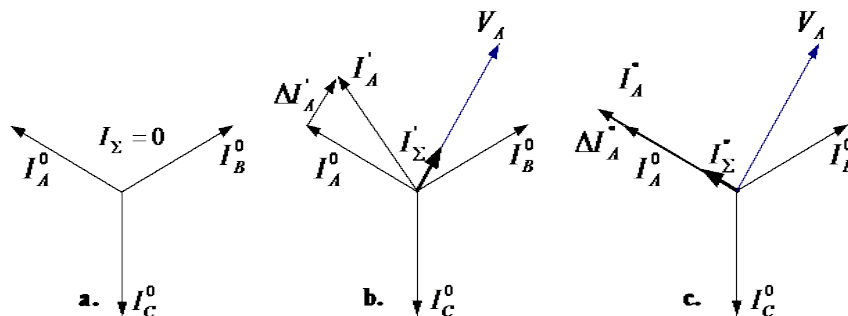
В случае, когда используется режим прямого измерения, модуль измеряет для каждой фазы амплитудные значения токов и напряжений, а также фазовые сдвиги между сигналом напряжения с ТНа и током проводимости. Зная ток и напряжение, модуль вычисляет емкость ввода по закону Ома для участка цепи переменного тока для фаз А, В, С. Зная угол сдвига фаз между током и напряжением, модуль вычисляет тангенс ввода. Также вычисляется амплитуда вектора небаланса токов проводимости как векторная сумма токов проводимости фаз А, В, С. Так как емкости и тангенсы вычислены явно, то при прямом измерении рекомендуется контролировать (включать пороги в настройках) изменение значений емкостей для каждого ввода, а не изменение значения амплитуды вектора небаланса.

В случае, когда используется режим относительного измерения, модуль измеряет для каждой фазы амплитудные значения токов, а также углы сдвига фаз между сигналами тока фаз А, В, С. При балансировке модуль сохраняет в памяти амплитудные значения токов фаз А, В, С, а также углы сдвига фаз между сигналами тока фаз А, В, С, которые соответствуют известным значениям емкостей и тангенсов вводов. Зная текущие и базовые значения, модуль вычисляет значения изменений тангенсов и емкостей в каждый момент измерения. Также вычисляется амплитуда вектора небаланса токов проводимости как векторная сумма токов проводимости фаз А, В, С. Режим называется относительным, потому что значения параметров тангенса и емкости для каждой фазы вычисляются относительно двух других фаз. Такой режим измерения менее точный, потому что возможно отследить изменение параметров только для одного из вводов, параметры изоляции двух других не должны при этом меняться. В случае, если начали изменяться параметры двух или трёх вводов, значения параметров изоляции, вычисленные модулем, не будут соответствовать действительности. Также к ошибкам в вычислении параметров может привести неравномерное изменение значений напряжений в фазах. В режиме относительного измерения рекомендуется контролировать (включать пороги в настройках) значение небаланса токов проводимости, а не изменение значений емкостей вводов.

Небаланс токов проводимости - простой и надежный параметр, показывающий изменение состояния изоляции маслонаполненных вводов. Вектор напряжения небаланса измеряется в процентах от усреднённого по трём фазам тока проводимости. Вектор небаланса имеет два параметра: амплитуду, измеряемую в процентах, и угол сдвига фазы, измеряемый в градусах. Все углы сдвига фаз измеряются относительно тока проводимости для фазы А.

Результирующий вектор небаланса рассчитывается как векторная разница между текущим вектором небаланса и базовым вектором небаланса. Базовый вектор небаланса – это вектор небаланса, измеренный в начале работы устройства при балансировке. При первоначальном включении считается, что вводы трансформатора исправны, известны значения их емкостей и тангенсов. В дальнейшем прибор будет реагировать на изменение параметров вводов.

Для иллюстрации работы внутренних алгоритмов модуля приведены три векторные диаграммы токов проводимости вводов одного трансформатора.



Векторная диаграмма «а» соответствует случаю сбалансированной системы трех токов проводимости вводов. Диаграмма «б» на рисунке соответствует случаю, когда изменился тангенс угла потерь ввода фазы «А». Диаграмма «с» соответствует случаю, когда изменилась величина емкости C_1 во вводе фазы «А».

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

2.1.3 Алгоритмы анализа изменения параметров ввода

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

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

При установке системы мониторинга один из вводов 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 мониторинга внутренние дефекты изоляции.

2.1.4 Режимы работы реле модуля

Модуль имеет 3 реле:

- 1) Реле состояния модуля. После включения модуль переходит в режим тестирования и проверки входных каналов. Если все проверки выполнены и модуль перешел в режим мониторинга, реле 1 замыкается. Реле постоянно включено при нормальном режиме работы прибора. При возникновении ошибки и при выключении модуля контакты реле переключаются в исходное положение.
- 2) Реле ухудшенного состояния измеряемых параметров вводов. Реле замыкается при превышении какого-либо из контролируемых параметров вводов порога ухудшенного состояния. Одновременно загорается желтый индикатор на панели модуля.
- 3) Реле предаварийного состояния измеряемых параметров вводов. Реле замыкается при превышении какого-либо из контролируемых параметров

вводов порога предаварийного состояния. Одновременно загорается красный индикатор на панели модуля. Реле отключается при снижении значения параметра ниже порога.

Внимание! Реле 2-3 могут быть отключены в настройках модуля.

3. Работа с модулем

3.1 Общее описание работы модуля

Сразу после включения модуль на 2 секунды зажигает светодиоды «Status», «Warning», «Alarm», а после этого несколько раз мигает этими тремя светодиодами. После процесса загрузки и тестирования модуль переходит в режим мониторинга, светодиод «Status» горит постоянно в случае нормальной работы прибора или мигает с частотой раз в секунду при ненормальной работе (отсутствие входных сигналов либо ошибки прибора) или при балансировке.

Светодиоды «Ch A», «Ch B», «Ch C», «Ch a», «Ch b», «Ch c» соответствуют бти входным каналам токов проводимости соответствующих высоковольтных вводов. Загораются при наличии входного тока проводимости, достаточного для проведения измерений.

Светодиоды «Warning» (ухудшенное состояние) и «Alarm» (предаварийное состояние) загораются в том случае, если один из контролируемых параметров превысил пороговое значение и превышение было зафиксировано в течение указанного в настройках модуля времени.

3.2 Настройка модуля

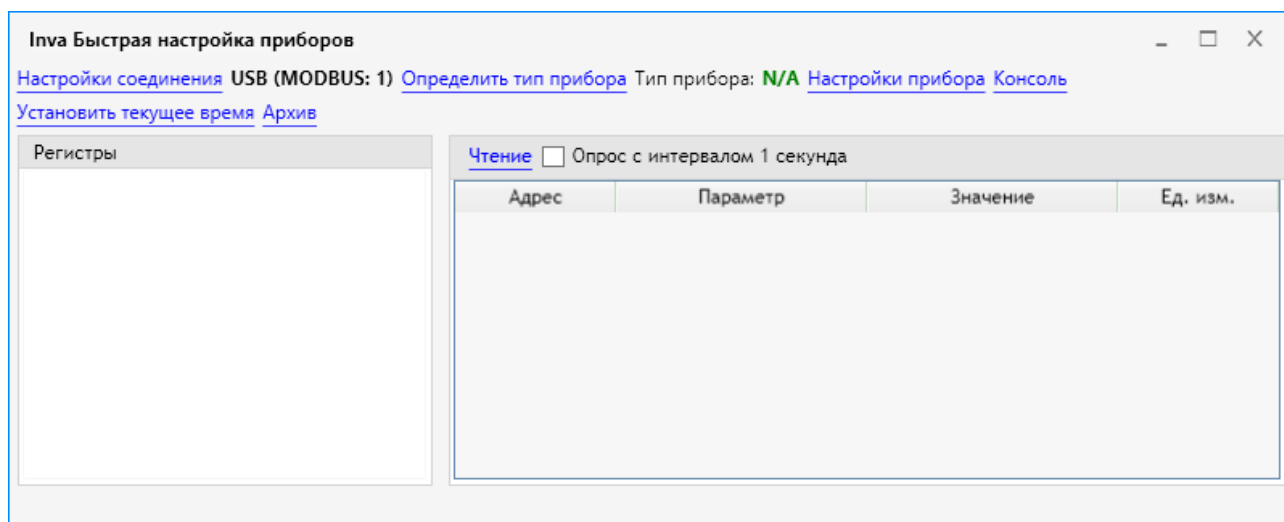
Для настройки прибора можно использовать программу INVA или программу Inva.DeviceDataReader. Эти программы можно загрузить с сайта www.dimrus.ru. Далее будет описан процесс настройки при помощи программы Inva.DeviceDataReader. Окно с настройками модуля в программе INVA аналогично окну с настройками в программе Inva.DeviceDataReader.

Подключите модуль МЗ к ноутбуку при помощи кабеля USB type A-B. В случае первого подключения устройств фирмы «Димрус» потребуется установка USB-драйвера. Драйвер так же можно загрузить с сайта dimrus.ru. Для установки драйвера необходимо запустить файл «InstallDriver.exe» с правами администратора.

После подключения прибор, подключенный по USB, можно увидеть в диспетчере устройств Windows.

Запустите программу конфигурации Inva.DeviceDataReader и настройте модуль МЗ в соответствии с параметрами вводов и схемой измерения.

Основное окно программы:

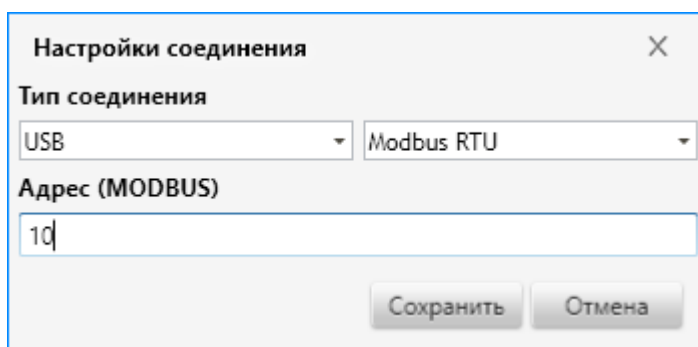


Меню программы находится в верхней части окна и включает в себя следующие пункты:

1. Параметры соединения.
2. Определить тип прибора.
3. Настройка прибора.
4. Консоль.
5. Установить текущее время.
6. Архив.
7. Чтение.

3.2.1 Настройка параметров связи и проверка подключения

В главном окне программы вызвать меню «Настройки соединения», нажав в шапке окна «Параметры соединения».

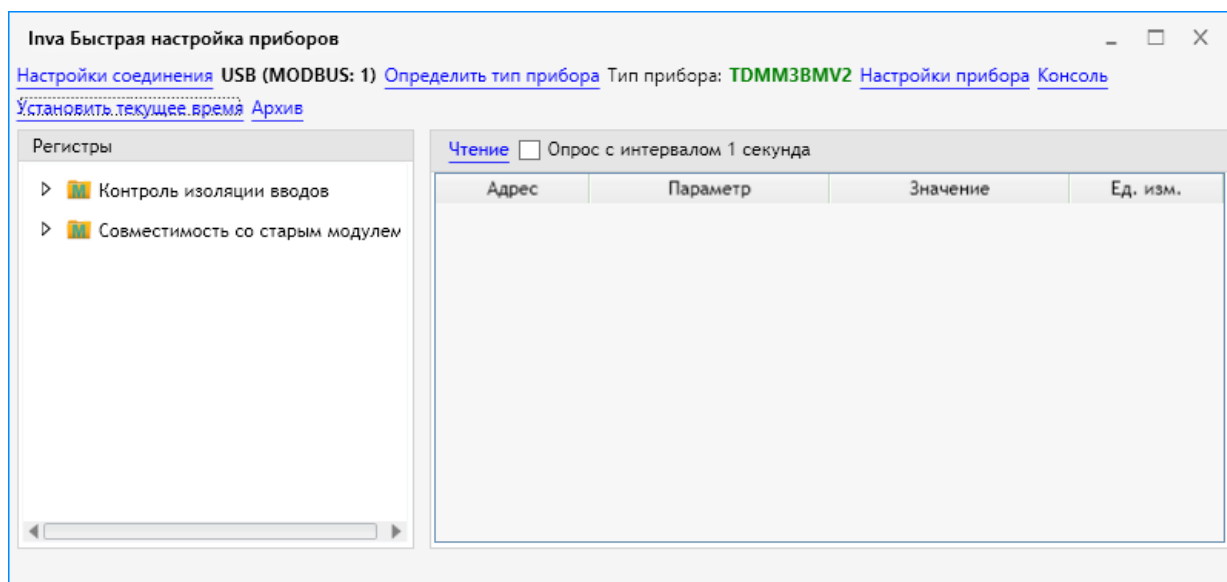


Тип соединения – USB.

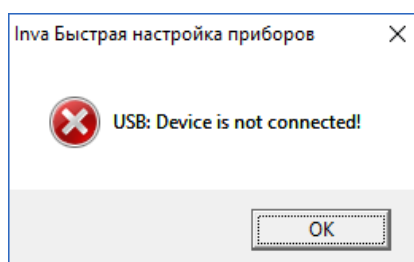
Необходимо выбрать тип протокола Modbus RTU.

Адрес (MODBUS) 10 – устанавливается в приборе по умолчанию, и изменять его нужно, только если в системе TDM установлены более одного модуля МЗ. В этом случае 2 и последующие модули МЗ должны иметь адреса 11,12 и т.д.

После установки параметров соединения в главном окне программы нажать «Определить тип прибора». Тип прибора должен определиться как: TDMM38MV2.



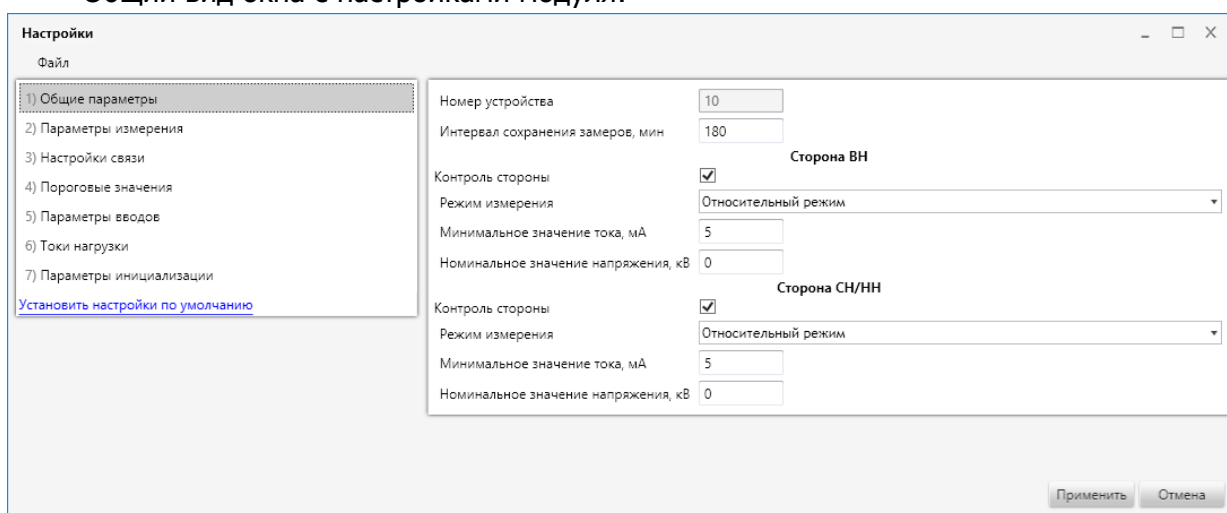
При возникновении ошибки, типа



необходимо проверить корректность установки драйвера USB, целостность USB кабеля.

После определения типа прибора нажать «Настройки прибора», после этого загрузятся настройки из модуля и откроется окно с настройками модуля.

Общий вид окна с настройками модуля:



Окно с настройками модуля состоит из двух частей: в левой части – список вкладок, в правой – настройки для выбранной вкладки.

3.2.2 Общие настройки модуля МЗ

Вкладка «Общие настройки»:

Номер устройства – заводской номер прибора. Изменять его можно только на заводе-изготовителе.

Интервал сохранения замеров – временной интервал, через который прибор сохраняет измеренные значения в память прибора.

Режим измерения – выбирается режим измерения и расчёта параметров. Прямой режим – режим, когда подключены токи проводимости и напряжения с ТН, относительный режим – режим, когда подключены только токи проводимости.

Минимальное значение тока, мА – нижний предел регистрируемых значений тока проводимости, используется при проведении балансировки. После балансировки модуль запоминает значения токов проводимости и сравнивает текущие значения с сохранённым измерением в памяти. Если измеренный ток одной из фаз менее 50% от измеренного при балансировке, модуль считает, что сигнал тока отсутствует, и сигнализирует об ошибке.

Номинальное значение напряжения, кВ – используется при проведении балансировки при измерении в прямом режиме. Если напряжение менее 50% от указанного, балансировка не производится. После балансировки модуль запоминает значения напряжений и сравнивает текущие значения с сохранённым измерением в памяти. Если измеренное напряжение одной из фаз менее 50% от измеренного при балансировке, модуль считает, что сигнал напряжения отсутствует, и сигнализирует об ошибке.

На вкладке «Общие настройки» установить следующие значения для указанных параметров:

Время измерения базовых параметров – время, которое требуется прибору для первоначального измерения и усреднения токов, напряжений, углов сдвига фаз и вычисления значения небаланса. Рекомендованное значение – 1 минута.

Минимальное значение тока, сторона ВН, А – нижний предел регистрируемых значений тока проводимости ВН, используется для определения состояния контролируемого оборудования (включено-выключено) при работе в режиме без подключенных сигналов трансформаторов напряжения (ТН).

Минимальное значение напряжения, сторона ВН, В – нижний предел регистрируемого уровня рабочего напряжения ВН ТН, используется для определения состояния контролируемого оборудования (включено-выключено) при работе в режиме с подключенными сигналами ТН.

Минимальное значение тока, сторона СН/НН, А – аналогично для стороны СН/НН.

Минимальное значение напряжения, сторона СН/НН, В – аналогично для стороны СН/НН.

Частота сети, Гц – 50 Гц по умолчанию, имеется возможность установить отличную при необходимости.

Включить измерительные цепи прибора, установив галочки для соответствующих классов напряжения. Сторона ВН – при наличии подключенных цепей контроля высоковольтных вводов стороны ВН. Сторона СН/НН – при наличии подключенных цепей с СН/НН.

Режим измерения:

Прямой режим – выбирается при наличии подключенных цепей напряжения с ТН ВН (ТН СН/НН).

Относительный режим – выбирается при отсутствии цепей с ТН ВН (ТН НН).

Интервал сохранения замеров – временной интервал, через который прибор сохраняет измеренные значения в память прибора, по умолчанию устанавливается 60 мин.

Номер устройства – заводской номер прибора. Изменять его можно только на заводе-изготовителе.

3.2.3 Параметры измерения

Вкладка «Параметры измерения»:

The screenshot shows the 'Настройки' (Settings) window with the 'Параметры измерения' (Measurement Parameters) tab selected. The left sidebar lists settings categories: 1) Общие параметры, 2) Параметры измерения (selected), 3) Настройки связи, 4) Пороговые значения, 5) Параметры вводов, 6) Токи нагрузки, 7) Параметры инициализации. Below the list is a link 'Установить настройки по умолчанию'. The main area contains the following settings:

- Время измерения базовых параметров, мин(макс. 60 мин): 1
- Частота сети, Гц: 50
- Количество дней для расчета темп. коэффициента: 30
- Количество дней для расчета тренда небаланса: 30
- Расчет данных во время базового измерения: Вычислять сдвиги углов ТНами по введенным заранее тангенсам
- Схема подключения ТН: Схема 1
- Сопротивления на плате:

Сторона ВН	Сторона СН/НН
Фаза А Сопротивление, Ом: 3.00	Фаза В Сопротивление, Ом: 3.00
Фаза С Сопротивление, Ом: 3.00	

Buttons 'Применить' and 'Отмена' are at the bottom right.

Время измерения базовых параметров – время, которое требуется прибору для первоначального измерения и усреднения токов, напряжений, углов сдвига фаз и вычисления значения небаланса. Рекомендованное значение – 1 минута.

Частота сети, Гц – 50 Гц по умолчанию, имеется возможность установить отличную при необходимости.

Расчет данных во время базового измерения – данная настройка актуальна лишь для прямой схемы измерения. «Вычислять и сохранять тангенсы» - при балансировке, учитывая сдвиги углов ТНами, вычисляются и сохраняются тангенсы вводов, для этого нужно знать, на сколько каждый ТН сдвигает фазу у сигнала напряжения. «Вычислять и сохранять сдвиги фазы ТНами» - при балансировке вычисляются углы сдвига фазы ТНами по введенным заранее тангенсам. Рекомендуется выбирать настройку «Вычислять и сохранять сдвиги фазы ТНами» и указывать тангенсы вводов перед балансировкой.

Для каждого высоковольтного необходимо обязательно задать значения емкости C1(пФ) и тангенса (%) согласно последнему протоколу высоковольтных испытаний или протокола заводских испытаний.

Схема подключения ТН – выбор вариантов схем соединения вторичной обмотки измерительного трансформатора напряжения.

Сопротивления на плате – значения нагрузочных сопротивлений для измерения токов доступны только для чтения, не редактируются.

3.2.4 Настройки связи

На этой вкладке настраиваются параметры для связи модуля с модулем М0 «Main monitor».

Вкладка «Настройки связи» в окне настроек.

Рекомендуем не изменять заводские параметры связи во избежание потери связи с главным модулем М0 «Main monitor» и системой АСУТП. При необходимости все изменения согласовать с заводом-производителем оборудования.

3.2.5 Пороговые значения

Модуль может формировать сигналы «Ухудшенное состояние» и «Предварийное состояние», если один из расчётных параметров превысит соответствующее пороговое значение, и это значение будет фиксироваться в течение заданного времени.

Вкладка «Пороговые значения» в окне настроек:

Параметры задаются для каждого набора вводов ВН и СН/НН.

Время реакции на превышение порога предаварийного состояния, сек – сигнальный контакт реле. При определении ухудшенного состояния изоляции вводов и наличие этого сигнала в течение всего заданного интервала времени будет переключено соответствующее реле. Если в течение этого времени значение одного из контролируемых параметров будет превышать порог ухудшенного состояния, то модуль сформирует сигнал «Ухудшенное состояние».

Время реакции на превышение порога предаварийного состояния, сек – аварийный контакт реле. При определении предаварийного состояния изоляции вводов и наличие этого сигнала в течение всего заданного интервала времени будет переключено соответствующее реле. Если в течение этого времени значение одного из контролируемых параметров будет превышать порог предаварийного состояния, то модуль сформирует сигнал «Предаварийное состояние».

Различные пороговые значения параметров вводов имеют порог ухудшенного состояния и некоторые предаварийный порог.

Порог включен – включение порога для выбранного параметра.

Воздействие на реле – при превышении параметром соответствующего порога в течение указанного времени формируется соответствующий сигнал, загорается соответствующий светодиод, срабатывает соответствующее реле. Если порог включен, но воздействие на реле отключено, то превышение порога можно увидеть только при считывании соответствующих регистров из модуля (для системы мониторинга верхнего уровня).

Нужно при необходимости установить соответствующие значения и при необходимости выбрать, будет ли данное значение влиять на работу реле сигнализации и светодиодов (воздействие на реле).

Пороговые значения можно задать в соответствии с требованиями производителей вводов или норм на оборудование для следующих параметров:

- **Изменение емкости** ввода – рекомендуется включать контроль порогов для данного параметра при прямой схеме измерения.
- **Изменение небаланса** токов проводимости вводов – рекомендуется включать контроль порогов для данного параметра при относительной схеме измерения.
- **Значение тангенса** высоковольтного ввода.
- **Температурного коэффициента** зависимости небаланса токов проводимости от изменения температуры ввода. Задается в %/°C и отображает изменение небаланса в % при изменении температуры на 1°C.
- **Скорость изменения небаланса**, которая отображает рост небаланса токов проводимости во времени.

3.2.6 Параметры высоковольтных вводов

Вкладка «Параметры вводов» в окне настроек:

Настройки

Файл

- 1) Общие параметры
- 2) Параметры измерения
- 3) Настройки связи
- 4) Пороговые значения
- 5) **Параметры вводов**
- 6) Токи нагрузки
- 7) Параметры инициализации

[Установить настройки по умолчанию](#)

Сторона ВН Сторона СН/НН

Фаза А	Фаза В	Фаза С
Ёмкость, пФ	Ёмкость, пФ	Ёмкость, пФ
500	500	500
Тангенс, %	Тангенс, %	Тангенс, %
0.4	0.4	0.4
Ёмкость датчика, мкФ	Ёмкость датчика, мкФ	Ёмкость датчика, мкФ
0	0	0
Ёмкость С3, пФ	Ёмкость С3, пФ	Ёмкость С3, пФ
0	0	0
Сдвиг фазы тр-ром напр., град.	Сдвиг фазы тр-ром напр., град.	Сдвиг фазы тр-ром напр., град.
0	0	0
Кэфф. преобразования ТН	Кэфф. преобразования ТН	Кэфф. преобразования ТН
1000 : 1	1000 : 1	1000 : 1

Применить Отмена

Ёмкость, пФ – величина емкости ввода соответствующей фазы.

Тангенс, % – величина тангенса ввода соответствующей фазы.

Ёмкость датчика (устройства присоединения DB-2) – величина защитной емкости устройства присоединения DB-2, установленного на каждом вводе. Данное значение указано в паспорте на соответствующее устройство присоединения.

Параметры ТН задаются в случае использования прямой схемы измерения тангенса вводов с использованием ТН.

Сдвиг фазы трансформатора напряжения – данная настройка актуальна лишь для прямой схемы измерения. Рассчитывается автоматически при процедуре балансировки прибора либо указываются явно в зависимости от настройки «Расчёт данных во время базового измерения».

Коэффициент трансформации ТН – данная настройка актуальна лишь для прямой схемы измерения. Для каждой фазы указать соответствующий коэффициент трансформации согласно паспорту ТН и схемы подключения.

3.2.7 Параметры расчета токов нагрузки

Вкладка «Токи нагрузки» в окне настроек:

Настройки

Файл

- 1) Общие параметры
- 2) Параметры измерения
- 3) Настройки связи
- 4) Пороговые значения
- 5) Параметры вводов
- 6) **Токи нагрузки**
- 7) Параметры инициализации

[Установить настройки по умолчанию](#)

Период измерения токов нагрузки, мин 10

Номинальный ток нагрузки, А 2000

Коэффициент преобразования измерительного устройства, В/А

Фаза А 0.1 Фаза В 0.1 Фаза С 0.1

Способ расчета тока нагрузки Средний

Коэффициент преобразования измерительного тр-ра тока

Фаза А 500 : 1 Фаза В 500 : 1 Фаза С 500 : 1

Применить Отмена

В случае подключения каналов измерения токов нагрузки трансформатора со встроенных или внешних трансформаторов тока (ТТ) необходимо указать:

Номинальный ток соответствующей обмотки.

Коэффициенты преобразования измерительного устройства, В/А – паспортное значение коэффициента преобразования токового преобразователя. Так как модуль измеряет напряжение, пропорциональное току нагрузки, то для вычисления тока нужно знать коэффициент преобразования.

Способ расчета общего тока нагрузки обмотки – среднее значение по фазам, фиксированная (выбранная) фаза и т.д.

Коэффициенты преобразования измерительного ТТ. Для каждой фазы указать соответствующий коэффициент трансформации согласно паспорту ТТ и схемы подключения.

3.2.8 Параметры инициализации

На вкладке «Параметры инициализации» показаны результаты балансировки модуля. Эти результаты доступны только для просмотра, редактировать их нельзя. Более подробно о балансировке сказано в п. 3.2.9.

Вкладка «Параметры инициализации» в окне настроек:

Настройки

Файл

- 1) Общие параметры
- 2) Параметры измерения
- 3) Настройки связи
- 4) Пороговые значения
- 5) Параметры вводов
- 6) Токи нагрузки
- 7) Параметры инициализации

[Установить настройки по умолчанию](#)

Сторона ВН Сторона СН/НН

Прямой режим Относительный режим

Дата калибровки 11 ноября 2017 г. 9:33

Температура, °C 23

Амплитуда вектора небаланса, % 0.1318

Фаза вектора небаланса, ° 55.9617

Фаза А		Фаза В		Фаза С	
Ток, мА	23.00	Ток, мА	23.00	Ток, мА	23.00
Напряжение, В	0.00	Напряжение, В	0.00	Напряжение, В	0.00
Угол, ° (А/В)	120.008	Угол, ° (В/С)	119.990	Угол, ° (С/А)	120.002

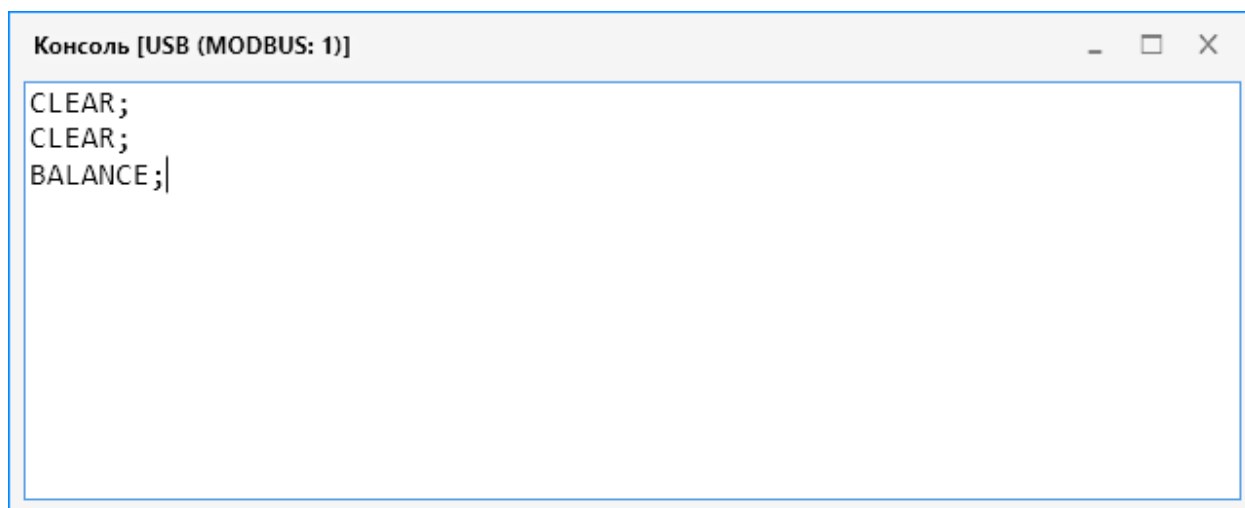
Применить Отмена

3.2.9 Балансировка модуля при подаче рабочего напряжения

Балансировкой называется определение первичного небаланса токов проводимости с целью исключения из процесса измерений. Так же в процессе балансировки определяются параметры входных цепей, корректность монтажа и настройки модуля.

Для процесса балансировки необходимо выбрать пункт меню «Консоль» в меню программы.

Окно «Консоль» представляет собой поле для ввода текстовых команд для прибора.



Перед балансировкой автоматически удаляются все замеры из энергонезависимой памяти прибора. На время удаления замеров из памяти светодиода «Status», «Warning», «Alarm» загорятся. Время удаления файлов – 1 минута.

Для запуска процесса балансировки необходимо набрать команду «BALANCE;» в поле ввода и нажать клавишу «Enter». Процесс балансировки занимает время, указанное при настройке модуля. При балансировке светодиод «Status» мигает с частотой раз в секунду, после окончания балансировки горит постоянно.

Команда «BALANCE;» запускает балансировку сторон ВН и СН/НН.

Команда «BALANCE_HV;» запускает балансировку только стороны ВН.

Команда «BALANCE_LV;» запускает балансировку только стороны СН/НН.

Балансировка произведётся только в том случае, когда значения токов проводимости и напряжений (для прямой схемы измерения) превысят значения, указанные в настройках модуля. Подробно эти настройки описаны в п.2.2.3. Если рабочее напряжение не подано в момент балансировки, модуль будет находиться в состоянии балансировки до момента подачи напряжения, а после этого произведёт балансировку.

После проведения балансировки необходимо проверить корректность измеренных параметров и сравнить их с расчетными (ток проводимости) и показаниями измерительных приборов (нагрузка).

Результаты балансировки доступны в настройках прибора, вкладка «Параметры инициализации».

Чтение текущих измеренных значений модуля выполняется при помощи кнопки «Чтение».

Inva Быстрая настройка приборов

[Настройки соединения](#)
[USB \(MODBUS: 1\)](#)
[Определить тип прибора](#)
 Тип прибора: **TDDMM3BMV2**
[Настройки прибора](#)
[Консоль](#)

[Установить текущее время](#)
[Архив](#)

Регистры

Контроль изоляции вводов

Состояние, общие данные

Сторона ВН

Включено

Угол, фаза А(усреднённые за 1 мин)

Угол, фаза В(усреднённые за 1 мин)

Угол, фаза С(усреднённые за 1 мин)

Ток, фаза А(усреднённые за 1 мин)

Ток, фаза В(усреднённые за 1 мин)

Ток, фаза С(усреднённые за 1 мин)

Напряжение, фаза А(усреднённые за 1 мин)

Напряжение, фаза В(усреднённые за 1 мин)

Напряжение, фаза С(усреднённые за 1 мин)

Угол, фаза А

Угол, фаза В

Угол, фаза С

Ток, фаза А

Ток, фаза В

Ток, фаза С

Напряжение, фаза А

Напряжение, фаза В

Чтение ☐ Опрос с интервалом 1 секунда

Адрес	Параметр	Значение	Ед. изм.
123	Включено	1	
4051	Угол, фаза А(усреднённые за 1 мин)	-120	°
4053	Угол, фаза В(усреднённые за 1 мин)	-120	°
4055	Угол, фаза С(усреднённые за 1 мин)	-120	°
4057	Ток, фаза А(усреднённые за 1 мин)	26.1	мА
4059	Ток, фаза В(усреднённые за 1 мин)	26.1	мА
4061	Ток, фаза С(усреднённые за 1 мин)	26.1	мА
4063	Напряжение, фаза А(усреднённые за 1 мин)	0	кВ
4065	Напряжение, фаза В(усреднённые за 1 мин)	0	кВ
4067	Напряжение, фаза С(усреднённые за 1 мин)	0	кВ
4069	Угол, фаза А	-120	°
4071	Угол, фаза В	-120	°
4073	Угол, фаза С	-120	°
4075	Ток, фаза А	26	мА
4077	Ток, фаза В	26.1	мА
4079	Ток, фаза С	26.1	мА
4081	Напряжение, фаза А	0	кВ
4083	Напряжение, фаза В	0	кВ
4085	Напряжение, фаза С	0	кВ
4087	Амплитуда вектора небаланса	0.069	%
4089	Фаза вектора небаланса	197	°
4091	Состояние схемы	2	
4092	Состояние аварии	0	
4093	Наличие сигналов, фаза А	1	
4094	Наличие сигналов, фаза В	1	
4095	Наличие сигналов, фаза С	1	
4096	Предупредительный порог	5	%
4098	Аварийный порог, небаланса	10	%
4100	Изменение тангенса, фаза А	0.012	%
4102	Изменение тангенса, фаза В	0.0086	%

Для расчета тока проводимости каждого ввода рекомендуем воспользоваться формулой:

$$I_{\text{п}} = U_{\text{ф}} * 2 * \pi * F * C1;$$

Где:

$I_{\text{п}}$ – расчетный ток проводимости ввода, А

$U_{\text{ф}}$ – фазное рабочее напряжение ввода, В (Улинейное/1.73)

π – число пи = 3.14

F – частота сети, Гц (50Гц)

$C1$ – емкость $C1$ высоковольтного ввода, Ф

В документации обычно указывается величина емкости $C1$ ввода в пикофарадах, что необходимо учесть при расчетах.

Величину тангенса ввода можно не учитывать в расчетах ввиду его малых значений.

Например, линейное напряжение трансформатора 500кВ. Емкость ввода 500пФ. Для таких данных расчетная величина тока ($I_{\text{п}}$) проводимости будет равна

$$I_{\text{п}} = 500000/1.73 * 2 * 3.14 * 50 * 500E-12 = 0.045 \text{ А} = 45 \text{ мА}.$$

Рекомендуем провести расчет токов проводимости всех фаз и провести сравнение с измеренными данными модуля МЗ.

В случае расхождения более чем на 5% необходимо проверить расчеты (например, в момент измерения значение напряжения отличалось от номинального при расчете) и корректность настройки прибора.

3.3 Порядок настройки и ввода в эксплуатацию модуля

При проведении настройки и вводе в эксплуатацию системы TDM с установленным модулем «Bushing monitor» необходимо провести следующий основной перечень работ:

Без подачи напряжения на объект:

1. Проверить соответствие монтажа монтажной схеме и надежность присоединений в контактных зажимах. Проверить отсутствие замыкания центральной жилы коаксиального кабеля на «землю» и наличие «заземления» оплетки этого кабеля через устройство присоединения марки «DB-2».

2. Включить питание прибора и визуально проверить работу световой индикации модуля.

3. При помощи компьютера ввести (настроить) следующие данные:

- Номинальное напряжение и рабочий ток.
- Режимы измерения.
- Тангенсы угла потерь и емкости C1 каждого из вводов.
- Коэффициенты преобразования ТНов для измерения напряжения, если сигналы напряжений подключены к модулю.
- Коэффициенты преобразования для расчетов тока нагрузки.

После подачи напряжения на объект:

4. Проверить соответствие величины токов проводимости расчетным значениям. Для этого можно измерить либо непосредственно ток при помощи измерительных клещей. Либо измерить переменное напряжение на центральной жиле коаксиального кабеля от устройств присоединений от высоковольтных вводов и разделить на входное сопротивление данного канала (см. паспорт прибора).

5. Провести балансировку измерительной схемы прибора при помощи программ «INVA» или «Inva.DeviceDataReader», убедиться в том, что модуль начал контролировать состояние вводов – светодиод «Status» должен гореть, не мигая. Проведение балансировки подробно описано в п.3.2.9. Вся процедура балансировки занимает время, указанное при настройке прибора, плюс 1 минута 30 секунд.

Информация о предприятии-изготовителе

ООО «ДИМРУС» (г. Пермь)

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

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