РосЭнергоПолюс

Терминалы защиты электросетей VIP40, VIP45

Справочное руководство

12/2011

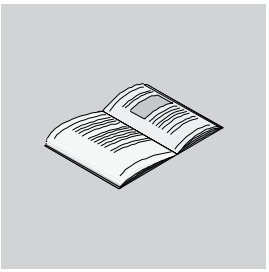
NRJED311207EN

www.schneider-electric.com

Schneider Electric

РосЭнергоПолюс

Содержание



Требования безопасности **5**
О данном документе **7**

Глава 1 **Краткий обзор** **9**
Введение 10
Работа с устройством 13

Глава 2 **Монтаж** **15**
Меры безопасности 16
Предупреждения пользователю 17
Получение и приёмка оборудования 18
Монтаж и сборка 19
Разъёмы 21
Подключение VIP к датчикам тока 22
Подключение VIP к расцепителю Mitop 23
Заземление 24
Назначение контактов разъёма 25

Глава 3 **Работа с устройством** **27**
Работа с устройством 28
Уставки 30
Дополнительные уставки 32
Информация на дисплее VIP40 и VIP4 33

Глава 4 **Функции и параметры** **35**
Максимальная токовая защита (ANSI 50-51) 36
Защита от КЗ на землю (ANSI 51N) 40
Отключение выключателя (расцепитель Mitop) 43
Измерение фазных токов 44
Измерение тока нулевой последовательности 45
Значения фазных токов пиковой нагрузки 46
Минимальное время отключения 47
Контроль цепи отключения расцепителя Mitop 48
Индикация на лицевой панели устройства 49
Подтверждение приёма сообщения об аварии 51

Глава 5 **Обеспечение надёжности** **53**
Общий принцип 54
Работа системы самодиагностики 55

Глава 6 **Ввод в работу** **57**
Меры безопасности 58
Введение 59
Уставки 60
Проверка работы устройства 61
Проверка команды на отключение выключателя 64
Ввод в работу 67

Глава 7 **Обслуживание** **69**
Меню Expert 70
Профилактическое обслуживание 73
Переносной батарейный модуль 75
Устранение неисправностей 77
Демонтаж VIP 79
Замена батареи VIP 80

Глава 8 **Характеристики** **83**
Характеристики функций защиты 84
Технические характеристики 86
Характеристики окружающей среды 87
Внутреннее устройство 89

РосЭнергоПолюс

Введение

VIP40 и VIP45

Терминалы релейной защиты VIP40 и VIP45 предназначены для защиты электрооборудования на подстанциях среднего и низкого напряжений (значение первичного тока до 200 А) в промышленных распределительных сетях.

Питание терминалов VIP40 и VIP45 осуществляется от собственных датчиков тока, поэтому терминалы работают без внешнего источника оперативного тока.

- VIP40 предназначен для защиты от междуфазных КЗ.
- VIP45 предназначен для защиты от междуфазных КЗ и от КЗ на землю.

Терминалы VIP40 и VIP45 производятся в двух исполнениях: 100 А и 200 А.

Основные преимущества VIP40 и VIP45

Терминалы серии VIP входят в состав функционально законченной системы защиты:

- Система защиты не может быть разделена на отдельные части и включает в себя выделенные датчики тока, терминал VIP и расцепитель Mitop.
- Наличие отдельных датчиков тока гарантирует независимую работу рассматриваемой системы защиты. При выборе датчиков тока не требуется учитывать типоразмеры устройств. Фазные датчики тока, от которых работает терминал, имеют двойной сердечник, что обеспечивает питание самого устройства отдельно от измерения сигналов тока.

Терминалы отличаются простотой установки:

- Небольшие габариты.
- Чёткая маркировка клемм на устройстве.
- Заранее предусмотрены соединения с датчиками и расцепителем Mitop.
- Ввод уставок производится путем установки переключателей с помощью отвёртки.

Надёжность в сложных условиях эксплуатации:

- Корпус из изоляционного материала.
- Возможность работы в сложных климатических условиях:
  - Степень защиты лицевой панели – IP54
  - Диапазон рабочих температур: от минус 40 до +70 ºC

Назначение VIP40 и VIP45

Терминалы VIP40 и VIP45 могут применяться на подстанциях, не имеющих источника оперативного тока. Терминалы используются для защиты трансформаторов СН/НН.

В терминалах реализованы следующие функции:

- Фазная максимальная токовая защита
- Защита от КЗ на землю (только терминал VIP45)
- Измерение токов на встроенном дисплее

Перечень функций

В приведённой ниже таблице приведены функции и защиты, реализованные в терминалах.

Защита (функция)	VIP40	VIP45
Фазная максимальная токовая защита (ANSI 50-51)	•	•
Защита от КЗ на землю по сумме токов (ANSI 51N)		•
Светодиодная сигнализация отключения	•	•
Измерение фаз токов	•	•
Измерение тока нулевой последовательности		•
Отображение значений токов пиковой нагрузки	•	•
Отключение через расцепитель Mitop	•	•
Контроль цепи отключения расцепителя Mitop	•	•

Кодовые обозначения устройств

Код устройства	Устройство
REL59910	Терминал защиты VIP40 100 A
REL59911	Терминал защиты VIP40 200 A
REL59912	Терминал защиты VIP45 100 A
REL59913	Терминал защиты VIP45 200 A

Кодовые обозначения комплектующих

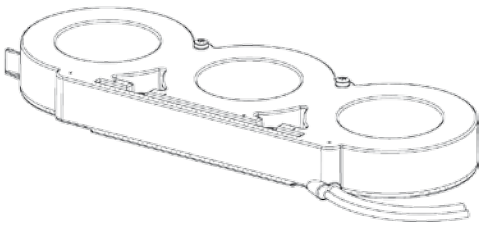
Обозначение	Описание
LV434206	Портативный батарейный модуль

Датчик тока

Терминалы VIP работают в комплекте с датчиками тока CUa (первичный ток 200 A), имеющими двойной сердечник.

Данный датчик обеспечивает:

- Питание терминала защиты VIP
- Измерение 3-фазного тока и тока нулевой последовательности

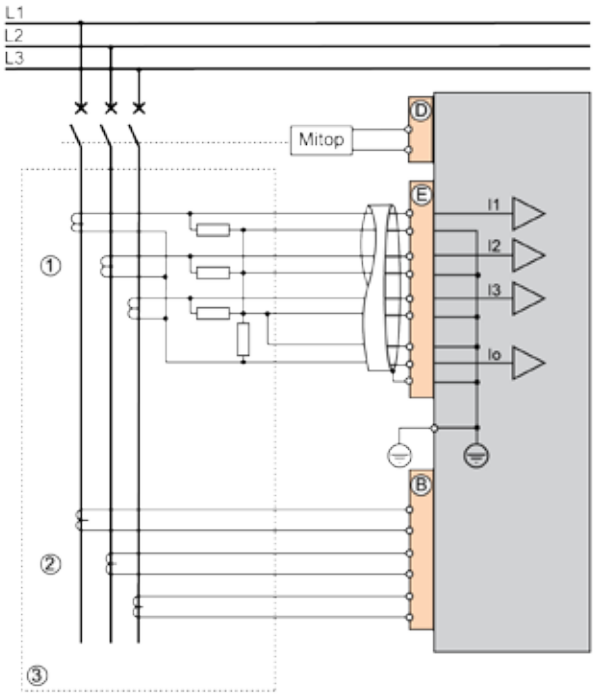


Использование отдельных датчиков тока обеспечивает функционирование всей системы защиты (датчик, VIP, расцепитель Mitop). Терминал VIP легко подключается к датчику CUa с помощью двух разъёмов, предусмотренных на датчике:

- 1 разъём (9 контактов) типа SUB-D для фазных токов и тока нулевой последовательности
- 1 разъём (6 контактов) для питания терминала VIP

Датчик тока CUa имеет две обмотки на каждую фазу. Одна обмотка обеспечивает питание терминала VIP, другая используется для измерения фазных токов. Ток нулевой последовательности измеряется путем суммирования фазных токов внутри датчика.

Схема подключения датчиков тока



1 Обмотки для измерения тока

2 Обмотки для питания терминала

3 Датчик тока CUa с двойным сердечником

Характеристики датчиков тока

Обмотка для измерений тока имеет ферромагнитный сердечник и жёстко соединена со встроенным резистором типа LPCT. Данная обмотка используется для получения сигналов, предназначенных для измерения тока и реализации защит. Класс точности датчика CUa – 5P50 (эквивалент по классу P).

Параметры	**CUa**
Номинальный первичный ток (Ipn)	200 A
Номинальный вторичный ток (Isn)	0,0833 A
Коэффициент трансформации	1/2400
Напряжение точки излома Ek (50 Гц)	72 В
Максимальный намагничивающий ток Ie (исходя из Ek)	4 мА
Максимальное сопротивление вторичной обмотки при 75 °C	18,8 Ом
Сопротивление встроенных резисторов	1,8 Ом
Напряжение на выводах встроенных резисторов (Usr – номинальное вторичное напряжение)	150 мВ/In

Обмотка для питания терминала также имеет ферромагнитный сердечник.

Параметры	**CUa**
Номинальный первичный ток (Ipn)	200 A
Номинальный вторичный ток (Isn)	0,377 A
Коэффициент трансформации	1/530
Напряжение точки излома Ek (50 Гц)	32,9 В
Максимальный намагничивающий ток Ie (исходя из Ek)	13,5 мА
Максимальное сопротивление вторичной обмотки при 75 °C	12,4 Ом
Потребляемая мощность при номинальном токе нагрузки	75 мВт

Управление выключателем через расцепитель Mitop

Терминалы VIP могут использоваться совместно с 540-витковыми расцепителями Mitop.

Работа с устройством

Лицевая панель

Интерфейс управления на лицевой панели терминалов VIP40 и VIP45 включает в себя дисплей, светодиоды, клавиши управления и регуляторы настройки.

С целью защиты от несанкционированного доступа регуляторы настройки находятся за прозрачной откидной крышкой.

1 Дисплей
2 Выступы для открывания откидной крышки
3 Прозрачная откидная крышка
4 Кнопка отображения токов пиковой нагрузки (Imax.)
5 Приспособление для опломбирования
6 Кнопка Test/Reset (Тест/Сброс)
7 Светодиодный индикатор устройства
8 Место для маркировки по усмотрению заказчика
9 Светодиод индикации отключения
10 Идентификационная табличка
11 Символ «Требуется ознакомиться с руководством»

Дисплей

ЖК-дисплей расположен на лицевой панели.

При работе устройства на дисплее поочерёдно отображаются значения токов фаз. Значение тока фазы отображается в течение 3 секунд, после этого отображается следующая фаза (трёхзначное число в амперах).

Примечание: если значение тока меньше минимального тока срабатывания *(см. стр. 86)*, то VIP находится в режиме ожидания и дисплей выключен.

Выступы откидной крышки

Для открытия крышки необходимо потянуть одновременно за выступы. Крышка откидывается на петлях в нижней ее части.

Прозрачная крышка

При закрытой крышке нельзя изменить уставки устройства. Прозрачный материал позволяет видеть значения уставок при закрытой крышке.

Кнопка Imax. – ток пиковой нагрузки

При нажатии кнопки Imax. поочередно отображается ток пиковой нагрузки для трёх фаз. После этого устройство автоматически переходит в режим отображения фазных токов.

Кнопка Test/Reset

При нажатии этой кнопки после отключения снимается мигающая индикация отключения.

Кроме этого данная кнопка может использоваться:

- Для проверки встроенной батареи. При нажатии кнопки сразу же загорается светодиод индикации неисправности, что указывает на исправность батареи.
- Для проверки элементов индикации при включенном устройстве. При нажатии кнопки и ее удерживании в нажатом состоянии в течение 5 с начинают светиться все сегменты дисплея, при этом на дисплее отображается версия ПО устройства. Кроме того, загорается светодиодный индикатор .

Светодиодный индикатор

Светодиодный индикатор показывает информацию о режиме работы устройства:

Символ	Цвет	Информация
	Красный	• Светодиод светится постоянно: устройство перешло в безопасный режим после обнаружения внутренней неисправности системой самодиагностики. Во избежание ложного срабатывания, в этом режиме устройство неактивно. **Примечание:** светодиод может кратковременно загораться при включении устройства, это нормально и не означает, что устройство неисправно. • Светодиод мигает: устройство обнаружило неисправность, при которой нет риска ложного срабатывания, и не переходит в безопасный режим. Требуется немедленное вмешательство персонала *(см. стр. 77)*. При исчезновении неисправности светодиод гаснет.

Место для маркировки по усмотрению заказчика

Место предназначено для пользовательской маркировки светодиода индикации отключения.

Светодиод индикации отключения

Светодиод индикации отключения загорается, если устройство выдало команду отключения на выключатель. После отключения выключателя питание терминала от датчиков тока снимается и светодиод работает от встроенной батареи.

Светодиод гаснет:

- Автоматически по истечении 24 часов
- Если на устройство подан ток после включения выключателя (при условии, что ток больше минимального тока срабатывания)
- При нажатии кнопки Test/Reset
- При отсоединении и последующем подключении батарейного модуля

Примечание: встроенная батарея предназначена для питания светодиода индикации неисправности и отображения информации о виде КЗ. В работе функций защит батарея не участвует.

Идентификационная табличка

Идентификационная табличка содержит следующую информацию:

- Название устройства
- Код устройства
- Заводской номер устройства

Символ «Требуется ознакомиться с Руководством»

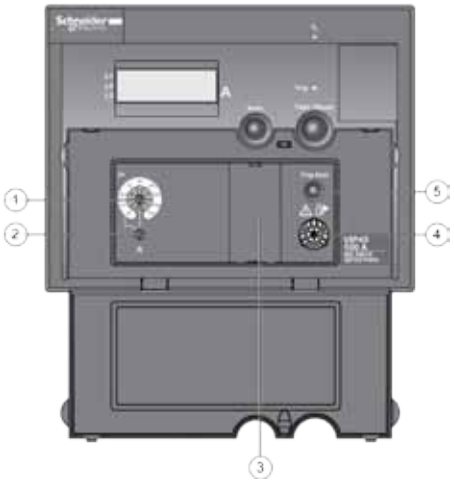
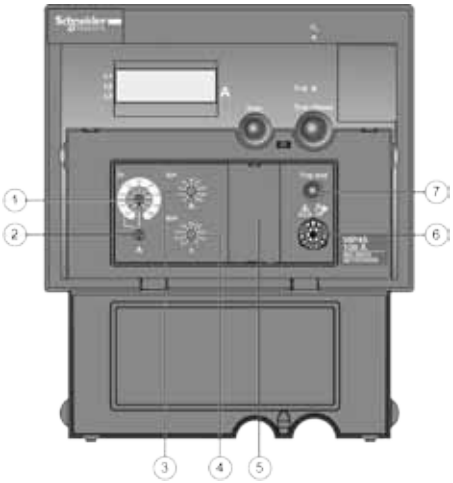
Символ используется для напоминания о необходимости ознакомления с Руководством перед работой с устройством.

РосЭнергоПолюс

Уставки устройства

Лицевая панель

При откинутой крышке с помощью вращающихся регуляторов уставок можно ввести уставки защит устройства. Уставки вводятся с помощью плоской отвёртки (3 мм).

VIP40	VIP45
	
1 Задание уставок МТЗ **2** Выбор шкалы диапазона уставок **3** Крышка модуля выбора дополнительных уставок **4** Порт подключения батарейного модуля **5** Кнопка теста отключения	**1** Задание уставок МТЗ **2** Выбор шкалы диапазона уставок **3** Задание уставок защиты от КЗ на землю **4** Уставка по времени защиты от КЗ на землю **5** Крышка модуля выбора дополнительных уставок **6** Порт подключения батарейного модуля **7** Кнопка имитации отключения

Задание уставок МТЗ (максимальная токовая защита)

Уставка вводится в амперах с помощью регулятора на 9 положений. На регуляторе имеются 2 шкалы с уставками, при этом шкала выбирается с помощью дополнительного переключателя выбора диапазона уставок.

Переключатель выбора диапазона уставок

Переключатель имеет 2 положения и предназначен для выбора шкалы уставок.

Задание уставок защиты от КЗ на землю

Уставка по току вводится в амперах с помощью регулятора на 9 положений.

Уставка по времени вводится в секундах с помощью регулятора на 9 положений.

Примечание: защита от КЗ на землю присутствует только в терминалах VIP45.

Отображение изменённой уставки

Если терминал находится в работе, то на дисплее кратковременно отображается значение изменённой уставки.

Порт для переносного батарейного модуля

Порт предназначен для подключения переносной батареи при проверке или наладке устройства. Более подробно данная функция описана в разделе "Ввод в эксплуатацию" *(см. стр. 57)*.

Примечание: батарейный модуль предназначен для использования квалифицированным персоналом при ремонте или наладочных работах. Запрещается оставлять модуль подключенным к работающему устройству после завершения ремонтных или наладочных работ.

Кнопка имитации отключения

Кнопка имитации отключения используется для проверки устройства. Для нажатия на кнопку используется тонкий предмет (диаметром 5 мм). Более подробно данная функция описана в разделе "Ввод в эксплуатацию" *(см. стр. 57)*.

Рабочая частота

Для работы алгоритмов обработки сигналов устройствам необходима информация о частоте сети (50 Гц или 60 Гц). Устройство имеет автоматическую функцию определения частоты сети. Определяемое значение (50 Гц или 60 Гц) запоминается и устройство работает постоянно на данной частоте. Сохранённое в памяти значение используется каждый раз при запуске устройства.

Для определения частоты сети и ее запоминания на устройство должен быть подан ток фазы 1 в течение 5 секунд, частота которого находится в диапазоне 50 +/- 2 Гц или 60 +/- 2 Гц. Определение частоты происходит при запуске устройства.

РосЭнергоПолюс

Дополнительные уставки

Лицевая панель

Для задания дополнительных уставок необходимо откинуть крышку модуля дополнительных уставок.

Две дополнительные уставки выбираются одним и тем же переключателем:

- Согласование времени отключения с выключателем стороны НН
- Выдержка времени для отстройки от броска тока намагничивания для защиты от КЗ на землю

Примечание: эти уставки вводятся в конце наладочных работ. По умолчанию оба переключателя стоят в положении OFF.

VIP40	VIP45

1 Согласование с выключателем стороны НН
2 Выдержка времени для отстройки от броска тока намагничивания для защиты от КЗ на землю

Согласование времени отключения с выключателем стороны НН

Данная функция обозначена на панели устройства как "Discrimination with the LV CB".

Функция используется, если необходимо согласовать время отключения максимальной токовой защиты устройства при наличии выключателя на вторичной обмотке трансформатора СН/НН. Возможно задание одного из двух значений:

Уставка	Описание уставки
ON	Вводит дополнительную задержку для согласования с минимальным временем отключения выключателя на стороне низшего напряжения.
OFF	Рекомендуемое значение, если на стороне низшего напряжения трансформатора установлена плавкая вставка.

Более подробно данная функция устройства описана в разделе "Максимальная токовая защита" *(см. стр. 36)*.

Выдержка времени для отстройки от броска тока намагничивания для защиты от КЗ на землю

Данная функция используется только в терминале модели VIP45. На панели устройства функция обозначена как "EF inrush delay".

Уставка	Описание уставки
ON	Выдержка времени активизируется при запуске VIP45. Выдержка времени используется только для защиты от КЗ на землю, на МТЗ данная функция не распространяется.
OFF	Выдержка не используется.

Более подробно данная функция устройства описана в разделе "Защита от КЗ на землю" *(см. стр. 40)*.

Информация на дисплее VIP40 и VIP45

Фазные токи

Токи фаз отображаются поочередно. Информация, отображаемая по умолчанию, представлена ниже:

№	Индикация	Информация
1		Ток фазы 1 (I1)
2		Ток фазы 2 (I2)
3		Ток фазы 3 (I3)
4		Индикация кода неисправности. Отображается после тока фазы 3 при наличии неисправности, не приводящей к риску ложного срабатывания. См. раздел "Работа системы самодиагностики" *(см. стр. 55)*.

Токи максимальной пиковой нагрузки

Токи отображаются поочередно.

№	Индикация	Информация
1		Метка пиковой нагрузки для тока фазы 1 (I1)
2		Ток пиковой нагрузки фазы 1 (I1)
3		Метка пиковой нагрузки для тока фазы 2 (I2)
4		Ток пиковой нагрузки фазы 2 (I2)
5		Метка пиковой нагрузки для тока фазы 3 (I3)
6		Ток пиковой нагрузки фазы 3 (I3)

Меню Expert

См. стр. 70 – "Меню **Expert**" *(см. стр. 70)*.

Функции и параметры

4

Содержание главы

В данной главе имеются следующие разделы:

Раздел	Страница
Максимальная токовая защита (ANSI 50-51)	36
Защита от КЗ на землю (ANSI 51N)	40
Отключение выключателя (расцепитель Mitop)	43
Измерение фазных токов	44
Измерение тока нулевой последовательности	45
Значения фазных токов пиковой нагрузки	46
Минимальное время отключения	47
Контроль цепи отключения расцепителя Mitop	48
Индикация на лицевой панели устройства	49
Подтверждение приёма сообщения об аварии	51

РосЭнергоПолюс

Максимальная токовая защита (ANSI 50-51)

Описание функции

Максимальная токовая защита (МТЗ) используется для защиты от перегрузок по току и междуфазных КЗ. В алгоритме МТЗ используется кривая отключения, рассчитанная для защиты трансформаторов СН/НН.

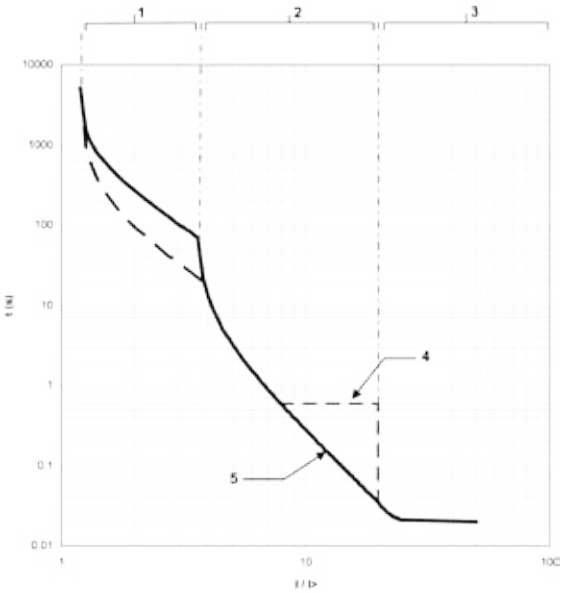
Для защиты используется одна уставка: I>. Уставка должна быть больше или равна номинальному току защищаемого трансформатора.

Исходя из одной уставки, обеспечивается 3 зоны на кривой отключения для защиты трансформатора от следующих режимов:

- **Защита от перегрузок** обеспечивается по результатам измерений действующих значений токов трёх фаз от ТТ, при этом учитываются гармоники до 15-й при частоте 50 Гц или до 13-й при частоте 60 Гц.
- **Защита от междуфазных КЗ со стороны вторичной обмотки** обеспечивается с помощью специальной инверсной характеристики с наклоном, соответствующим характеристикам плавких вставок сторон СН или НН трансформатора. Указанная кривая упрощает координацию со значениями времени плавления плавких вставок на сторонах низшего и высшего напряжений. Если терминал VIP необходимо согласовать с выключателем на стороне низшего напряжения, то возможно задание уставки, изменяющей кривую отключения. При этом упрощается координация защит устройства со временами срабатывания быстродействующих защит, установленных на стороне низшего напряжения.
- **Защита от междуфазных КЗ со стороны первичной обмотки** обеспечивается с помощью независимой характеристики, обеспечивающей быстрое отключение защищаемого оборудования (как правило, менее 30 мс в зависимости от параметров).

Кривая отключения для защиты от междуфазных КЗ (на обеих сторонах) обеспечивается по измерениям основной гармоники токов трёх фаз от ТТ. При таком измерении есть возможность отстроить защиту от влияния броска тока намагничивания трансформатора.

Кривая отключения



1 Кривая «защиты от перегрузок»

2 Кривая «защиты от КЗ со стороны вторичной обмотки»

3 Кривая «защиты от КЗ со стороны первичной обмотки»

4 Кривая согласования с выключателем

5 Кривая согласования с плавкой вставкой

Задание уставки I> приводит к сдвигу всей характеристики отключения. Описание трёх зон на кривой отключения даётся ниже.

Кривая «защиты от перегрузок» (значение уставки от 1,2 до 3,5 I>)

Характеристика защиты от перегрузок строится по тепловой модели, основанной на расчете тепловой мощности, исходя из измерения токов. Тепловая мощность рассчитывается по формуле, определенной в стандарте CEI 60255-8. Она пропорциональна квадрату тока и зависит от предыдущего значения тепловой мощности. Временная характеристика при этом сопоставима с временами срабатывания защит на стороне низшего напряжения трансформатора.

Характеристика описывается следующей формулой:

$$E(t) = E(t-\Delta t) + \left(\frac{I(t)}{1.2 \cdot I>}\right)^2 \bullet \frac{\Delta t}{\tau} - E(t-\Delta t) \bullet \frac{\Delta t}{\tau}$$

где:

- E(t): использованная теплоёмкость в момент времени t
- E(t-Δt): использованная теплоёмкость в момент времени t-Δt
- I(t): величина тока в момент времени t
- I>: значение уставки защиты ANSI 50-51
- τ: тепловая постоянная времени, как правило составляет 10 минут для трансформаторов CH/HH

Тепловое действие тока I(t) определяется выражением:

$$\left(\frac{I(t)}{1.2 \cdot I>}\right)^2 \bullet \frac{\Delta t}{T}$$

Отвод тепла за счёт естественного охлаждения определяется выражением:

$$E(t-\Delta t) \bullet \frac{\Delta t}{T}$$

Защита срабатывает, если использовано 100 % теплоёмкости.

Асимптота кривой отключения определяется путём умножения величины I> на фиксированный коэффициент 1,2.

Расчет времени отключения

Для длительного тока с величиной, превышающей уставку отключения, время отключения можно рассчитать по следующей формуле:

$$Td(I) = \tau \bullet \ln\left(\frac{I^2 - Ito^2}{I^2 - (1.2 \cdot I>)^2}\right)$$

где:

- I: ток перегрузки (максимальный из трёх фазных токов)
- I>: значение уставки защиты ANSI 50-51
- τ: тепловая постоянная времени (10 мин = 600 с)
- Ito: эквивалентный ток нагрева до перегрузки
- ln(): натуральный логарифм

Эквивалентный ток нагрева Ito соответствует длительному току, который до возникновения перегрузки дал бы такое же значение использованной теплоёмкости.

Кривая отключения на вышеприведенном рисунке показана для величины начального тока нагрева Ito, равной 0.

Такая кривая, называемая «холодной», рассчитывается по выражению:

$$Td(I) = 600 \bullet \ln\left(\frac{I^2}{I^2 - (1.2 \cdot I>)^2}\right)$$

Часть кривой в зоне работы защиты от перегрузки, изображенная пунктирной линией, соответствует времени отключения при величине начальной теплоёмкости, равной значению I>.

Такая кривая, называемая «горячей», вычисляется по выражению:

$$Td(I) = 600 \bullet \ln\left(\frac{I^2 - I>^2}{I^2 - (1.2 \cdot I>)^2}\right)$$

Примеры времен отключения (округление до 0,1 с):

Ток	Td (при Ito = 0)	Td (при Ito = I>)
1,5 I>	613,0 с	260,3 с
2 I>	267,8 с	95,2 с
2,5 I>	157,1 с	52,5 с
3 I>	104,6 с	33,9 с
3,5 I>	75,0 с	23,9 с

Время отключения при перегрузке будет находиться в пределах данной характеристики в зависимости от начального значения использованной теплоёмкости, которая определяется колебаниями токов нагрузки.

Величина теплоёмкости не сохраняется при исчезновении питания устройства или при снижении фазных токов до значения меньше минимального тока срабатывания. Каждый раз при активации устройства эквивалентный ток нагрева Ito сбрасывается в нулевое значение.

Кривая «защиты от КЗ со стороны вторичной обмотки» (значение уставки от 3,5 до 20 I>)

Кривая защиты от КЗ со стороны вторичной обмотки представляет собой инверсную характеристику, в которой время отключения зависит от величины тока. Характеристика позволяет отключить междуфазное КЗ со стороны вторичной обмотки трансформатора СН/НН, при этом обеспечивается согласование защиты с временами срабатывания плавких вставок или выключателей на стороне низшего напряжения.

Кривая согласования с плавкой вставкой определяется выражением:

$$Td(I) = \frac{6.3}{\left(\frac{I}{3.5 \cdot I>}\right)^3 - 1}$$

где:

- I: измеряемый ток КЗ (максимальный из трёх фазных токов)
- I>: значение уставки защиты ANSI 50-51

Основные параметры кривой:

- Асимптота равна 3.5 I>
- Наклон $1/I^3$, сопоставимый с характеристиками плавкой вставки на сторонах СН и НН.

Такой наклон упрощает согласование с плавкими вставками на обеих сторонах трансформатора.

Данная кривая соответствует рекомендациям стандарта CEI 60255-151, который определяет типовые инверсные кривые (кривые по МЭК или IEEE). При этом используется "принцип интегрирования", если амплитуда тока меняется в процессе возникновения КЗ. Это позволяет, в свою очередь, обеспечить согласование с защитами, устанавливаемыми со стороны ВН трансформатора, для которых могут использоваться аналогичные инверсные кривые.

Выбор между согласованием с плавкой вставкой или выключателем

По умолчанию во всём диапазоне от 3,5 I> до 20 I> используется кривая согласования с плавкой вставкой (т.е. упрощается согласование с плавкими вставками на стороне НН).

В случае, когда на стороне НН используется выключатель, рекомендуется использовать кривую согласования с выключателем, изменив уставку на лицевой панели устройства.

При такой характеристике в диапазоне от 8 I> до 20 I> (часть характеристики, обозначенная пунктиром) прибавляется минимальная выдержка времени 600 мс, которая обеспечивает согласование со временем отключения быстродействующей защиты на стороне низшего напряжения. Время отключения быстродействующей защиты на стороне низшего напряжения обычно составляет от 0,2 до 0,4 с и может перекрываться с времятоковой характеристикой плавкой вставки, что может привести к проблемам с согласованием. Таким образом, изменение кривой с помощью данной уставки может улучшить селективность защиты с выключателем на стороне низшего напряжения.

Кривая «защиты от КЗ со стороны первичной обмотки» (выше 20 I>)

Кривая защиты от КЗ со стороны первичной обмотки представляет собой независимую характеристику с малым временем отключения при токах выше 20 I>. Такая характеристика обеспечивает быстрое отключение КЗ со стороны первичной обмотки трансформатора.

Если уставка I> больше или равна номинальному току трансформатора, то при значениях более 20 In защита не реагирует на КЗ со стороны вторичной обмотки. Таким образом, обеспечивается координация с защитами на стороне низшего напряжения.

Время отключения в данном диапазоне токов составляет менее 20 мс (при поданном на устройство питании) для КЗ величиной более 40 I>.

Минимальное время отключения:

Дополнительно может выставляться уставка минимального времени отключения для согласования с работой применяемого выключателя. В данном примере в характеристику защиты от КЗ со стороны первичной обмотки добавлена дополнительная выдержка времени величиной 30 мс.

Более подробно данная функция описана в разделе "Минимальное время отключения" *(см. стр. 47)*.

Работа защиты

При достижении одним из токов фаз величины более 1,2 I> светодиод индикации отключения начинает быстро мигать. Если величина тока возвращается к значению ниже 1,2 I> до истечения выдержки времени, то светодиод перестает мигать.

Если выдержка времени на отключение истекла:

- Светодиод индикации отключения медленно мигает
- Срабатывает расцепитель Mitop
- На дисплее отображается сообщение OC

При нажатии кнопки Test/Reset подтверждается получение информации *(см. стр. 51)* и отключается светодиод индикации отключения.

Уставки

Уставка		Возможные значения
I>	VIP40 100 A VIP45 100 A	5 A, 6 A, 7 A, 8 A, 10 A, 12 A, 15 A, 18 A, 21 A, 25 A, 30 A, 35 A, 40 A, 50 A, 60 A, 70 A, 80 A, 100 A
	VIP40 200 A VIP45 200 A	5 A, 6 A, 8 A, 10 A, 12 A, 15 A, 20 A, 25 A, 30 A, 35 A, 45 A, 55 A, 70 A, 85 A, 105 A, 130 A, 160 A, 200 A
Согласование времени отключения с выключателем стороны НН		OFF/ON

Обязательная настройка для функции: уставка I>

Как правило, рекомендуемым значением данной уставки является ближайшая возможная для выставления величина, превышающая номинальный ток защищаемого трансформатора.

Пример:

Защищаемое оборудование – трансформатор 1 МВА, 11 кВ/0,4 кВ, In = 52,5 A:

- для VIP 100 A выбирается значение I> = 60 A.
- для VIP 200 A выбирается значение I> = 55 A.

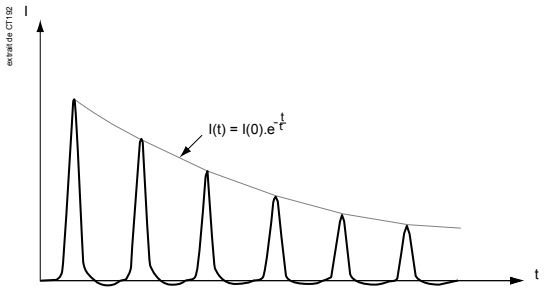
Дополнительная уставка: кривая согласования с выключателем

- **OFF** (по умолчанию) – если на стороне НН используются плавкие вставки.
- **ON** – если на стороне НН установлен выключатель и требования по согласованию между кривой плавкой вставки и работой быстродействующих защит стороны НН не удается выполнить (минимальный интервал согласования 200 мс).

Отстройка от броска тока намагничивания

При включении трансформатора амплитуда тока намагничивания может достигать от 5 до 15-кратных значений номинального тока трансформатора. Такой ток может приводить к ложным срабатываниям защиты ANSI 51.

При броске тока намагничивания присутствует большая апериодическая составляющая тока:



Если уставка I> выбрана равной или больше номинального тока трансформатора, то инверсная кривая терминала VIP будет отстроена от влияний броска тока намагничивания.

Кроме того, измерение токов для кривых защиты от КЗ со стороны вторичной и первичной обмоток выполняется по основной гармонике сигнала (50 Гц или 60 Гц). Фактически работа защиты при этом не зависит от присутствия апериодической составляющей. Как правило, максимальный ток, измеряемый терминалом VIP при включении трансформатора, составляет 35 % от величины амплитуды броска тока намагничивания, заявляемой производителем трансформатора.

Величина 35 % учитывает следующие коэффициенты:

- Коэффициент 1/√2 перехода от амплитудного значения к действующему значению
- Коэффициент ½, учитывающий затухание апериодической составляющей

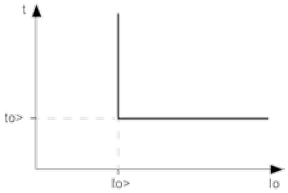
Защита от КЗ на землю (ANSI 51N)

Описание функции

Защита работает при фазных КЗ на землю. Алгоритм основан на измерении суммы основной гармоники токов трёх фаз от трансформаторов тока.

Защита имеет независимую характеристику отключения с уставкой по току срабатывания Io> и уставкой по времени срабатывания to>.

Пример: характеристика отключения с независимой выдержкой времени



Дополнительные функции

Защита включает в себя следующие дополнительные функции:

- Торможение по 2 гармонике:
  В связи с тем, что для измерения используется ток нулевой последовательности, апериодическая составляющая при броске тока намагничивания трансформатора может привести к насыщению ТТ, «неправильному» измерению тока нулевой последовательности и ложному срабатыванию защиты. Для обеспечения требуемой чувствительности защиты и исключения ложного срабатывания при включении трансформатора в сеть, в алгоритме защиты используется торможение по 2-й гармонике в фазных токах. Функция торможения по 2-й гармонике всегда активна.
- Выдержка времени для отстройки от броска тока намагничивания:
  В определённых случаях торможение по 2-й гармонике не является достаточным условием, чтобы избежать ложного срабатывания. В таких режимах имеется возможность ввести дополнительную выдержку времени величиной 1 с, добавляемую к основному времени срабатывания to>. Более подробно эта функция рассмотрена ниже в данном разделе. По умолчанию функция отстройки от броска тока намагничивания по времени не активна.

Работа защиты

При достижении током нулевой последовательности величины выше Io> светодиод индикации отключения начинает часто мигать. Если величина тока возвращается к значению ниже Io> до истечения выдержки времени, то светодиод перестает мигать.

Если выдержка времени на отключение истекла:

- Светодиод индикации отключения медленно мигает
- Срабатывает расцепитель Mitop
- На дисплее отображается сообщение **EF**

При нажатии кнопки Test/Reset происходит подтверждение получения информации *(см. стр. 51)* и светодиода индикации отключения гаснет.

Функция торможения защиты по 2 гармонике

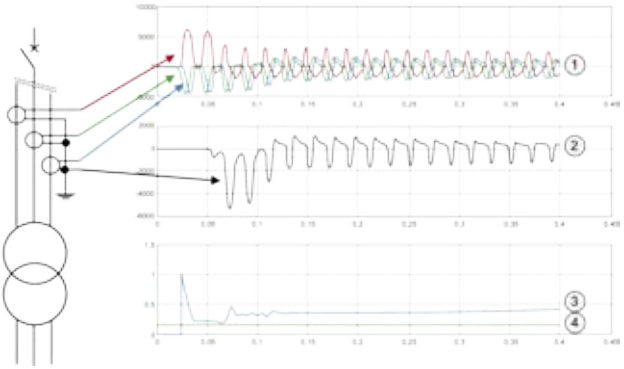
Функция торможения по 2-й гармонике основана на постоянном вычислении соответствующей составляющей во всех фазных токах. Вычисляется отношение сумм квадратов 2-х гармоник (H2) к квадратам основной гармоники (H1) по следующему выражению:

$$tauxH2 = \sqrt{\frac{I1_{H2}^2 + I2_{H2}^2 + I3_{H2}^2}{I1_{H1}^2 + I2_{H1}^2 + I3_{H1}^2}}$$

Эта величина сравнивается с фиксированной уставкой 17 %. Если она превышает 17 %, работа защиты по основной уставке Io> блокируется.

Увеличение 2-й гармоники в фазных токах характерно для насыщения трансформаторов тока при большой апериодической составляющей в первичном токе. При включении силового трансформатора в сеть наличие апериодической составляющей в токе намагничивания нередко приводит к насыщению ТТ. Функция отстройки по 2-й гармонике позволяет запретить работу защиты от КЗ на землю при включении силового трансформатора в сеть. Торможение автоматически снимается, когда процентная доля 2-й гармоники становится ниже фиксированной уставки.

На графике показано «неправильное» измерение тока нулевой последовательности и кривая составляющей 2-й гармоники при броске тока намагничивания.



1 Фазные токи (1, 2, 3) при броске тока намагничивания

2 «Неправильное» измерение результирующего тока нулевой последовательности

3 Составляющая 2-й гармоники

4 Уставка по торможению от 2-й гармоники: 17 %

Торможения может быть недостаточно в двух относительно редких случаях:

- При броске тока намагничивания и насыщении ТТ величины 2-й гармоники недостаточно для работы функции торможения (значение ниже уставки).
- При включении трансформатора в сеть на стороне НН возникает большая нагрузка, в результате которой значительно уменьшается процентное содержание 2-й гармоники и торможение не работает.

В таких случаях во избежание ложного срабатывания защиты от КЗ на землю при включении трансформатора в сеть рекомендуется увеличить уставку защиты или ввести дополнительную выдержку времени для отстройки от броска тока намагничивания *(см. стр. 41)*.

При перемежающихся или повторяющихся замыканиях на землю процентное соотношение 2-й гармоники может превысить 17 % и заблокировать работу защиты. Алгоритм, разработанный Schneider Electric, предотвращает блокировку в таких режимах. Принцип работы алгоритма основан на определении факта возникновения указанной величины 2-й гармоники по крайней мере в двух фазных токах.

Выдержка времени для отстройки от броска тока намагничивания

Если данная функция введена с помощью переключателя на лицевой панели, то в логику работы при активации устройства прибавляется выдержка времени 1 с. Выдержка прибавляется к основной уставке по времени защиты от КЗ на землю to>. Если при включении трансформатора фазные токи будут больше величины минимального тока срабатывания, то устройство активируется и вводится данная выдержка величиной 1 с, которая не позволяет защите ложно сработать при «неправильном» измерении тока нулевой последовательности из-за броска тока намагничивания. В зависимости от мощности трансформатора, постоянная времени тока намагничивания составляет от 100 до 500 мс. Дополнительная выдержка величиной 1 с исключает ложное срабатывание защиты даже при минимальной уставке to> (0,1 с).

Данная выдержка времени не участвует в работе защиты от междуфазных КЗ.

Если для исключения ложного срабатывания защиты от КЗ на землю достаточно применить торможение по 2-й гармонике, то данную выдержку времени использовать не рекомендуется, т.к. она имеет недостаток, заключающийся в отсчёте этой выдержки каждый раз при активации устройства. Например, если возникает уменьшение тока нагрузки ниже величины минимального тока срабатывания (при включённом выключателе) и дальнейшая активация устройства происходит по причине возникновения КЗ на землю, то данная дополнительная выдержка приведет к более долгому отключению выключателя, что, естественно, в данном режиме нежелательно.

Уставки

Уставки		Возможные значения
Io>	Уставки по току: VIP40 100 A VIP45 100 A	5, 8, 12, 20, 30, 45, 65, 100, OFF
	Уставки по току: VIP40 200 A VIP45 200 A	5, 8, 15, 25, 40, 70, 120, 200, OFF
to> (время)	Уставки	0.1 - 0.15 - 0.2 - 0.3 - 0.4 - 0.5 - 0.6 - 0.8 - 1(1)
Отстройка по времени от броска тока намагничивания		OFF/ON

Примечание:

(1) Учёт времени срабатывания устройства:

- При КЗ на землю, когда ток предаварийного режима ниже минимального тока срабатывания, или при включении на КЗ время отключения равно сумме выбранной уставки по времени и времени срабатывания устройства VIP45.
- При токе КЗ на землю выше 10 A время активации устройства в зависимости от тока составляет от 15 до 120 мс *(см. стр. 86)*
- При токе КЗ на землю меньше 10 A время активации устройства VIP45 может превысить интервал времени, необходимый для согласования с защитами на стороне высшего напряжения трансформатора. В таком случае время активации может привести к двойному отключению по команде от устройства VIP45 и защиты на стороне высшего напряжения.

Уставки защиты

Обязательная уставка:

- уставка по току Io>
- уставка по времени to>

Дополнительная уставка:

- отстройка по времени от броска тока намагничивания: OFF по умолчанию

Отключение выключателя (расцепитель Mitop)

Описание функции

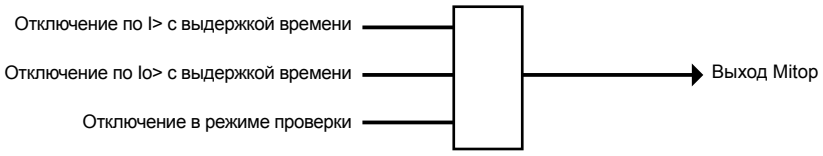
В состав терминала VIP входят 2 защиты:

- Фазная максимальная токовая защита (ANSI 50/51)
- Защита от КЗ на землю (ANSI 51N)

Действие расцепителя Mitop возможно при работе одной из защит или при отключении в режиме проверки. Расцепитель Mitop встроен в приводной механизм выключателя.

Отключение

Расцепитель Mitop срабатывает по следующей логической схеме:



РосЭнергоПолюс

Измерение фазных токов

Описание функции

Фазные токи отображаются на дисплее по умолчанию. Токи отображаются один за другим в течение 2 с. Слева на экране показывается текущая фаза тока.

Отображаются действующие значения фазных токов, при этом учитываются гармоники до 15-й при частоте 50 Гц или до 13-й при частоте 60 Гц.

Диапазон измерений от 0 до 999 А.

При величине фазного тока выше 999 А отображается символ «---».

Измерение тока нулевой последовательности

Описание функции

Отображается ток нулевой последовательности основной гармоники, т.е. сумма трёх фазных токов. Экран описан в разделе меню **Expert** *(см. стр. 70)*.

Диапазон измерений от 0 до 299 A.

При величине тока выше 299 A отображается символ «---».

РосЭнергоПолюс

Значения фазных токов пиковой нагрузки

Описание функции

Для отображения фазных токов пиковой нагрузки используется кнопка Imax. Токи пиковой нагрузки отображаются последовательно для всех фаз, после этого устройство возвращается в режим отображения фазных токов по умолчанию.

В режиме отображения пиковой нагрузки отображаются наибольшие токи фаз за 5-минутный период интегрирования. Данная функция позволяет определить максимальные токи пиковых нагрузок.

Сброс токов пиковой нагрузки

Шаг	Действие
1	Нажать и отпустить кнопку Imax. для отображения токов пиковой нагрузки.
2	Нажать одновременно кнопки Imax. и Test/Reset во время отображения токов пиковой нагрузки, при этом произойдет сброс значений.

Примечание:

- При первом включении устройства значения фазных токов пиковой нагрузки равны 0. Чтобы эти значения начали отображаться, необходимо наличие измеряемых токов в течение не менее 5 минут.
- Значения фазных токов пиковой нагрузки сохраняются в памяти устройства при исчезновении питания (при снижении фазных токов до величины ниже минимального тока срабатывания).

Минимальное время отключения

Описание функции

В зависимости от типа и характеристик отключающих устройств, на которые действует VIP, в некоторых случаях может потребоваться установить минимальное время отключения во избежание слишком быстрого отключения в момент асимметрии при больших токах КЗ.

Параметр задается при заводских испытаниях. Заводские настройки можно просмотреть в меню **Expert**.

Более подробно функция описана в разделе меню **Expert** *(см. стр. 70)*.

Работа функции

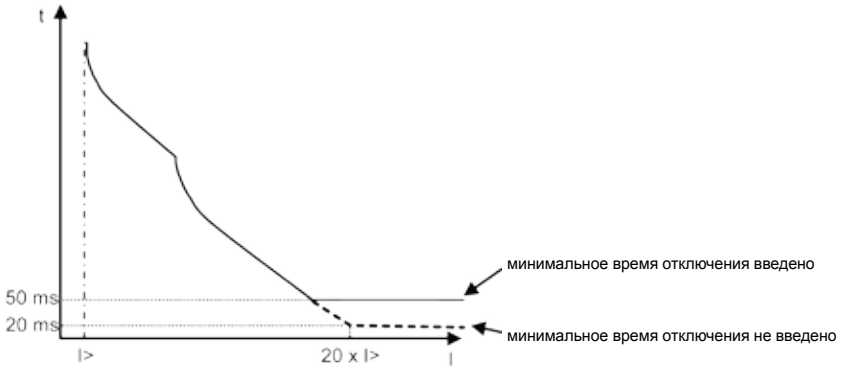
Если функция активирована, то во времятоковую характеристику устройства на участке мгновенного отключения максимальной токовой защиты вводится минимальное время отключения 30 мс.

Эта выдержка, прежде всего, будет использоваться на участке защиты от КЗ со стороны первичной обмотки для токов, превышающих уставку в 20 раз и более.

Для участков, где время срабатывания превышает 50-70 мс (зона защиты от перегрузок или защиты от КЗ со стороны вторичной обмотки), данное минимальное время учитываться не будет.

Минимальное время отключения не влияет на защиту от КЗ на землю, т.к. время её работы составляет 100 мс.

На рисунке показано применение функции минимального времени отключения для времятоковой характеристики максимальной токовой защиты:



РосЭнергоПолюс

Контроль цепи отключения расцепителя Mitop

Описание функции

В устройстве VIP предусмотрен непрерывный контроль целостности цепи управления расцепителя Mitop.

При обнаружении неисправности цепи расцепителя Mitop устройство VIP не переходит в безопасный режим и остается в работе. При этом:

- На лицевой панели светится светодиод , сигнализирующий о неисправности.
- На лицевой панели отображается сообщение об ошибке **Er14**.

Индикация на лицевой панели устройства

Светодиодный индикатор

В устройстве VIP имеется один светодиодный индикатор:

Символ	Цвет	Информация
	Красный	• Светодиод светится постоянно: устройство перешло в безопасный режим после обнаружения системой самодиагностики внутренней неисправности. Во избежание ложного срабатывания в этом режиме устройство неактивно. **Примечание:** светодиод может кратковременно загораться при включении устройства, что является нормальным и не означает, что устройство неисправно. • Светодиод мигает: устройство обнаружило неисправность, при которой нет риска ложного срабатывания. VIP не переходит в безопасный режим. При исчезновении неисправности светодиод гаснет.

Светодиод индикации отключения

Устройство VIP имеет светодиодный индикатор отключения красного цвета.

Светодиод индикации отключения срабатывает, если устройство выдало команду отключения на выключатель. Свечение светодиода всегда сопровождается сообщением об ошибке *(см. стр. 49)*

После отключения выключателя питание терминала от датчиков тока исчезает и светодиод работает от встроенной батареи.

Светодиод гаснет после подтверждения сообщения об аварии:

- При нажатии кнопки Test/Reset
- Автоматически при появлении первичного тока
- Автоматически по истечении 24 часов (с целью экономии заряда батареи)
- При отсоединении и последующем подключении батарейного модуля

Индикация описана в таблице:

Символ	Медленное мигание
Trip	Отключение: • От максимальной токовой защиты • От защиты от КЗ на землю (только VIP45) • В режиме проверки

Кроме того, возможен режим частого мигания до момента отключения от защиты:

Символ	Частое мигание
Trip	• Вхождение в зону мгновенного отключения МТЗ (срабатывание) • Вхождение в зону мгновенного отключения защиты от КЗ на землю (только для VIP45: срабатывание) • Отсчёт времени отключения в режиме проверки

Отображение информации о последней аварии

Каждый раз при срабатывании в устройстве происходит формирование и запоминание информации о событии с одновременным отображением на экране.

Информация на экране зависит от состояния питания устройства в послеаварийном режиме:

- Если на устройство не подаётся питание в послеаварийном режиме, то сообщение отображается на экране при питании от внутренней батареи. Сообщение исчезает в следующих случаях:
  - При нажатии кнопки Test/Reset
  - Автоматически при появлении токов в первичной цепи
  - Автоматически по истечении 24 часов (с целью экономии заряда батареи). В этом случае аварийная информация может быть просмотрена при подключении портативного батарейного модуля. Если приём информации не был подтвержден ранее, то она отображается на экране; при этом её следует "квитировать" нажатием кнопки Test/Reset.
  - При отсоединении и последующем подключении батарейного модуля

РосЭнергоПолюс

- Если на устройство VIP в послеаварийном режиме по-прежнему подается питание от первичных токов, то сообщение может временно появляться на экране, но затем информация исчезает, т.к. при токе, превышающем минимальный ток срабатывания устройства, происходит автоматическое квитирование. Данный режим практически невозможен в реальных условиях, но может возникать при лабораторных испытаниях.

При отсутствии батареи или разряде сообщение об аварии отобразится (если она не была сброшена ранее) при подсоединении портативного батарейного модуля *(см. стр. 75)*.

Примечание: сообщение об аварии исчезает с экрана при нажатии кнопки Test/Reset или при подаче первичных токов на устройство. Тем не менее, просмотр информации о последнем аварийном событии возможен в меню Expert.

Варианты сценариев

Сценарий 1: при восстановлении питания терминала (поданы токи или подключен портативный батарейный модуль) в течение 24 часов после отключения КЗ и не квитированного сообщения об аварии снова запускается 24-часовая выдержка (отображается сообщение об аварии и мигает светодиод индикации отключения).

Сценарий 2: по истечении 24-часовой выдержки и не квитированного сообщения об аварии восстановление питания терминала приводит к повторному отображению сообщения об аварии и миганию светодиода индикации отключения. 24-часовая выдержка не запускается.

Подтверждение приёма сообщения об аварии

Описание функции

Подтверждение приёма сообщения об аварии осуществляется:

- Вручную кнопкой Test/Reset при отображении информации на экране
- Автоматически при подаче токов на терминал

При подтверждении приёма сообщения происходит:

- Прекращение мигания дисплея отключения
- Исчезновение сообщения об ошибке на экране

Примечание: подтверждение приёма сообщения не сбрасывает информацию о последнем аварийном событии, которую можно просмотреть в меню Expert.

Примечание: если сообщение не было подтверждено и подключается портативный батарейный модуль, то светодиод индикации отключения снова начинает мигать, а на экране опять появляется сообщение об аварии, которое не исчезает до тех пор, пока батарея не будет отсоединена.

Работа системы самодиагностики

Назначение системы

При запуске терминала и периодически во время его работы выполняется самодиагностика. В процессе самодиагностики происходит выявление аномалий аппаратного или программного обеспечения, что позволяет исключить опасные сбои в работе устройства VIP. Основной задачей функции является предотвращение ложного срабатывания или несрабатывания при КЗ.

Таким образом, следует различать два следующих сценария:

1 Ошибка устройства с риском ложного срабатывания.

2 Ошибка устройства без риска ложного срабатывания или ошибка с риском возможного несрабатывания.

Сценарий 1: при обнаружении ошибки с риском ложного срабатывания устройство переходит в безопасный режим:

- Блокируется выдача команды отключения на расцепитель Mitop.
- При поданном питании на терминал:
  - Светодиод постоянно светится.
  - На лицевой панели отображается двузначный код неисправности (сообщение типа Exx). По данному коду возможно устранение неисправности специалистами завода-изготовителя.

Примечание: при переходе в безопасный режим устройство остается в этом режиме даже при последующем исчезновении и восстановлении питания.

Сценарий 2: при обнаружении ошибки без риска ложного срабатывания устройство не переходит в безопасный режим и остается в работе (при условии, что на терминал подано питание):

- Светодиод мигает до тех пор, пока присутствует неисправность устройства.
- После отображения информации о токе 3-й фазы на лицевой панели отображается двузначный код неисправности. Этот код позволяет выполнить первичный анализ неисправности (сообщение типа Erxx).

Более подробно данная функция рассмотрена в разделе "Устранение неисправностей" *(см. стр. 77)*.

Примечание: если после снятия питания требуется удостовериться, что устройство не перешло в безопасный режим, используйте портативный батарейный модуль *(см. стр. 73)*.

Таблица проверок системы

Перечень проверок системы самодиагностики приведен в таблице:

Проверка	Описание	Время выполнения	Переход в безопасный режим
Потеря основного регулирования	Проверка нормальной работы основного регулирования	В процессе работы	НЕТ
Неисправность аналоговых входов	Проверка исправности 9-контактного разъёма SUB-D (поз. E) и аналого-цифрового преобразования	В процессе работы	НЕТ
Запрещённые операции	Обнаружение ошибок процессора (деление на 0, запрещённые команды и т.п.)	При запуске и в процессе работы	ДА
Выполнение рабочей программы	Обнаружение "зависаний" в процессоре и ошибок обработки, проверка выполнения периодических операций	При запуске и в процессе работы	ДА
Обнаружение сброса	Обнаружение нештатных сбросов системы	При запуске и в процессе работы	ДА
Проверка исполнения команд процессором	Обработка последовательности логических функций, результат которых заранее известен	В процессе работы	ДА
Тест памяти SRAM	Проверка указателей данных	В процессе работы	ДА
Проверка адресации памяти SRAM	Проверка побитовой адресации памяти	Перезапуск после неисправности	ДА

Проверка	Описание	Время выполнения	Переход в безопасный режим
Проверка используемой памяти SRAM	Проверка области памяти, используемой программой	В процессе работы или при перезапуске после неисправности	ДА
Проверка очереди программы	Проверка очереди программы на предмет переполнения	В процессе работы	ДА
Проверка используемой памяти Flash	Проверка области памяти, зарезервированной для рабочей программы	В процессе работы или при перезапуске после неисправности	ДА
Проверка конфигурации	Проверка конфигурации устройства	При запуске	ДА
Тест памяти EEPROM	Проверка конфигурации устройства и данных, задаваемых пользователем	При запуске и в процессе работы	ДА
Проверка аналого-цифрового преобразования	Проверка нормальной работы различных компонентов (последовательность операций, питание, процессор, память, связь и т.д.)	При запуске и в процессе работы	ДА
Проверка расцепителя Mitop	Проверка нормальной работы электроники расцепителя Mitop	При работе расцепителя Mitop	ДА
Проверка положения переключателя адреса	Обнаружение некорректного положения переключателя задания адреса	При запуске и в процессе работы	НЕТ
Контроль цепи отключения Mitop	Описание см. в разделе "Контроль цепи отключения расцепителя Mitop" *(стр. 48)*	В процессе работы	НЕТ
Проверка кнопок управления	Обнаружение залипания кнопок (кнопка нажата более 1 минуты)	В процессе работы	НЕТ
Проверка максимального числа записей в память EEPROM	Обнаруживает достижение максимального числа записей в память EEPROM, прекращает сохранение информации о типе КЗ в память EEPROM. Ошибка не влияет на работу защит.	При запуске и в процессе работы	НЕТ

РосЭнергоПолюс

Уставки

Определение уставок

Уставки устройств VIP определяются заранее проектным отделом по согласованию с заказчиком.

Предполагается, что расчет и анализ уставок проведён в полном объеме с учётом необходимых требований. Все уставки должны быть доступны при вводе устройств в эксплуатацию.

Ввод уставок

Ввод уставок описан в разделе "Уставки устройства" *(см. стр. 30)*.

Примечание: номинальный ток датчика для терминалов VIP40/VIP45 не задается, т.к. устройства работают только с датчиками тока типа CUa.

Рабочая частота сети

Для работы алгоритмов обработки сигналов устройствам необходима информация о частоте сети (50 Гц или 60 Гц). Устройства VIP имеют автоматическую функцию определения частоты сети. Определяемое значение (50 Гц или 60 Гц) запоминается и устройство работает постоянно на данной частоте. Сохранённое в памяти значение используется каждый раз при запуске устройства.

Для определения частоты сети и ее запоминания на устройство должен быть подан ток фазы 1 в течение 5 секунд, частота которого находится в диапазоне 50 +/- 2 Гц или 60 +/- 2 Гц. Определение частоты происходит при запуске устройства.

При отгрузке с завода-изготовителя значение рабочей частоты в устройстве равно 50 Гц.

Проверка работы устройства

Упрощённая процедура проверки

Для подачи питания на устройство при проверке может использоваться портативный батарейный модуль.

Портативный батарейный модуль используется для следующих проверок:

- Проверка нормальной работы процессора
- Проверка команды на отключение выключателя

Проверка нормальной работы процессора выполняется в следующей последовательности:

Шаг	Операция
1	Подсоединить батарейный модуль и выставить переключатель в положение Test *(см. стр. 75)*.
2	Удостовериться, что устройство запускается и отображает фазные токи.
3	Убедиться, что светодиод не включен (это означает, что система самодиагностики не обнаруживает ошибок). **Вывод:** процессор терминала исправен.

Проверка команды на отключение выключателя

При подсоединённом батарейном модуле можно проверить целостность цепи отключения выключателя, имитируя команду на отключение через расцепитель Mitop. Чтобы выдать команду на отключение, устройство должно быть переведено в режим проверки.

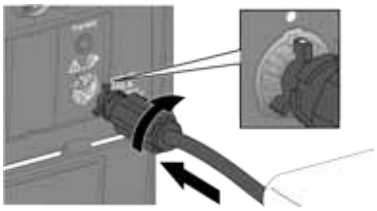
Проверка позволяет убедиться в следующем:

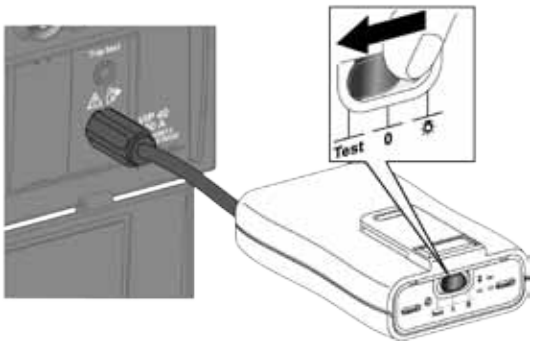
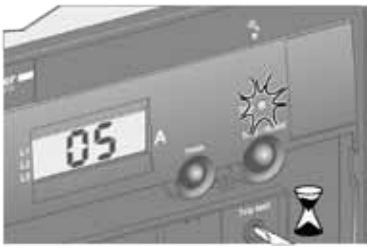
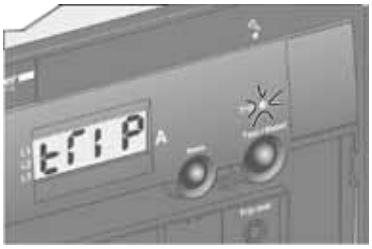
- Процессор терминала исправен
- Исправна цепь между терминалом и расцепителем Mitop
- Расцепитель Mitop исправен

При этом нет возможности проверить подключение устройства к датчикам тока.

Во время проверки силовой выключатель CH должен находится в положении «Тест» (без подключения к силовым цепям на стороне сети и нагрузки).

При проверке выполняются следующие операции:

Шаг	Операция	Рисунок
1	Откинуть крышку на лицевой панели устройства	
2	Подсоединить портативный батарейный модуль. Ориентация разъёма обозначена белыми точками на самом разъёме и на передней панели устройства.	

3	Выставить переключатель на батарейном модуле в положение Test. Убедиться, что устройство включилось и отображаются фазные токи. Включить силовой выключатель.	
4	Предметом с узким концом нажать и отпустить кнопку Trip test. На дисплее отобразится сообщение **TEST**, сигнализирующее о переходе в режим проверки.	
5	Предметом с узким концом нажать и удерживать кнопку Trip test: ● Светодиод Trip начнет часто мигать (устройство готовится к выдаче команды отключения) ● На дисплее идет отсчёт 5 секунд **Примечание:** при наличии сообщения **TEST** на кнопку Trip test необходимо нажимать в течение ещё 5 секунд . Если этого не сделать, то устройство выйдет из режима проверки.	
6	Через 5 секунд устройство выдаст команду на отключение выключателя, на экране отобразится сообщение **TRIP**. Светодиод Trip медленно мигает, сигнализируя о выданной команде на отключение.	
7	Для подтверждения (квитирования) сигнала нажать на кнопку Test/Reset. **При этом:** ● Исчезает сообщение **TRIP** ● Светодиод Trip гаснет	
8	На дисплее отображаются фазные токи	

Устройство выходит из режима проверки:

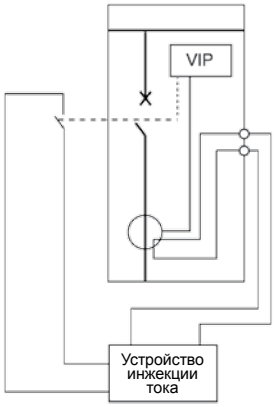
- Автоматически:
  - После выдачи команды на отключение
  - Через 5 секунд
  - При снятии питания от портативного батарейного модуля
- В ручном режиме:
  - При нажатии кнопки Test/Reset
  - При отпускании кнопки Trip test во время 5-секундного отсчёта времени до выдачи команды на отключение

РосЭнергоПолюс

Схема подключения устройства инжекции тока в первичную цепь (если оно имеется в ячейке)

В показанной ниже схеме в ячейке имеется устройство для инжекции первичных токов, подключенное через автоматический выключатель типа C60. Информация по идентификации выводных клемм приведена в документации на ячейку.

Шаг	Действие
1	Подключить устройство инжекции тока к низковольтному автоматическому выключателю типа C60.
2	Отключить управляемый сигнал устройства инжекции тока с помощью вспомогательного контакта силового выключателя CH **Примечание:** не включать вспомогательный контакт последовательно с цепью устройства инжекции тока



Проверка подключения цепей датчиков тока

Во время проверки силовой выключатель должен находиться в положении «Тест» (без подключения к силовым цепям на стороне сети и нагрузки).

Для проверки токовых цепей выполнить следующие действия:

Шаг	Действие
1	Проверить подключение портативного батарейного модуля
2	Подать первичный ток 10 A в фазу 1 от имеющегося в ячейке устройства инжекции тока
3	Убедиться, что на экране отображается значение тока (с точностью +/-5 %), а светодиод не горит
4	Повторить операцию для фаз 2 и 3. **Вывод:** цепи датчиков тока исправны.

Проверка команды на отключение выключателя

Данная операция выполняется для проверки выдачи команды на отключение расцепителем Mitop и факта отключения выключателя.

Для проверки выполнить следующие действия:

Шаг	Действие
1	Включить выключатель.
2	Подать первичный ток 16 A в одну из фаз.
3	Перейти в режим проверки устройства VIP: ● Предметом с узким концом нажать кнопку Trip test. ● На дисплее отобразится сообщение **TEST**, сигнализирующее о переходе в режим проверки.
4	Предметом с узким концом нажать и удерживать кнопку Trip test для выдачи команды на отключение выключателя: ● Светодиод Trip начнет быстро мигать (устройство готовится к выдаче команды отключения) ● На дисплее идет отсчет 5 секунд **Результат:** по истечении 5 секунд терминал выдаст команду на отключение через модуль Mitop и выключатель должен отключиться. На дисплее появится сообщение **TRIP**. **Примечание:** во время выдачи сообщения **TEST** на кнопку Trip test следует дополнительно нажимать ещё в течение 5 секунд . Если этого не сделать, то устройство выйдет из режима проверки.
5	Снять ток от устройства инжекции тока и отсоединить устройство.

Ввод в работу

Предварительные условия

Ввод ячейки в работу должен предваряться следующими проверками:

- проверка терминала VIP одним из перечисленных методов *(см. стр. 61)*
- проверка ячейки и выключателя в соответствии с рекомендациями в их технической документации

Проверки и уставки

При наличии сомнений в достоверности данных или при отсутствии карты настроек проверить уставки:

- VIP40: значение уставки I>
- VIP45: значение уставок I>, Io>, to>
- значения дополнительных уставок по согласованию времени срабатывания с выключателем на стороне низшего напряжения и отстройке от тока намагничивания
- подкорректировать уставки при необходимости

После проверок уставки не менять; уставки считаются заданными.

Проверка частоты

Удостовериться, что терминал работает на требуемой частоте. Для этого необходимо войти в раздел показаний частоты в меню **Expert** *(см. стр. 70)*.

Если частота не определена, то защита от КЗ на землю не работает во время автоматического определения рабочей частоты, на которое уходит 5 секунд *(см. стр. 60)*. Определение частоты необходимо для работы функции торможения по 2-й гармонике в алгоритме защиты от КЗ на землю.

Ввод в работу

После включения выключателя следует сравнить реальный ток нагрузки со значением минимального тока срабатывания:

Если…	**То…**

ток нагрузки превышает минимальный ток срабатывания *(см. стр. 86)*	• Терминал VIP активирован.
	• Проверить, что:
	  • Светодиод не горит
	  • На дисплее отображаются значения всех трёх фазных токов

ток нагрузки ниже, чем минимальный ток срабатывания	На дисплее ничего не отображается.

РосЭнергоПолюс

Меню Expert

Введение

В меню **Expert** содержится информация, необходимая при вводе в эксплуатацию или операциях по обслуживанию.

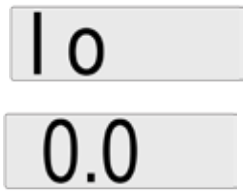
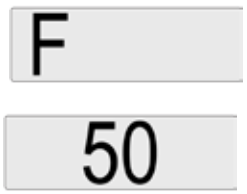
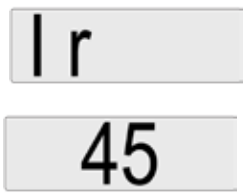
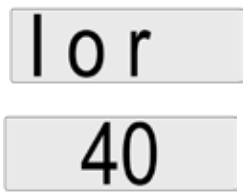
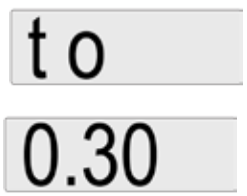
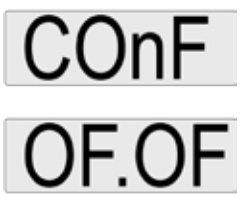
Информация отображается поочередно на 2 экранах.

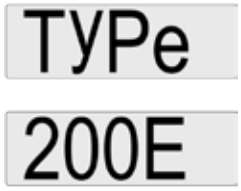
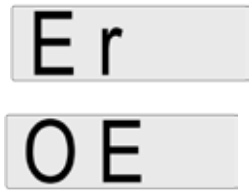
В меню **Expert** отображается следующая информация:

- Io – ток нулевой последовательности (для терминала VIP45)
- Причина последнего отключения: OC (МТЗ), EF (защита от КЗ на землю) или TRIP (отключение в режиме проверки)
- Рабочая частота сети (50 или 60 Гц)
- Уставка максимальной токовой защиты: значение I>
- Уставка по току защиты от КЗ на землю: значение Io> (для терминала VIP45)
- Уставка по времени защиты от КЗ на землю: значение to> (для терминала VIP45)
- Положение переключателя "Advanced settings" (Дополнительные уставки)
- Ввод минимального времени отключения
- Тип устройства
- Последняя ошибка, обнаруженная системой

Шаг	Действие
1	Для входа в меню **Expert** нажать и удерживать кнопку Imax. в течение 15 секунд.
2	Информация отображается на 2 экранах. Имеется возможность: ● Перелистывать список меню, удерживая кнопку Imax. ● Просматривать текущий пункт, отпустив кнопку Imax. Для просмотра следующего пункта меню нажать кнопку Imax.
3	Для выхода из меню **Expert** нажать кнопку Test/Reset. **Примечание:** по истечении 1 секунды терминал автоматически выходит из меню.

Список отображаемой информации

Отображаемая информация	Описание
	Ток нулевой последовательности (только в VIP45)
	Причина последнего отключения: • OC – максимальная токовая защита • EF – защита от КЗ на землю • TRIP – отключение в режиме проверки
	Рабочая частота • 50 Гц • 60 Гц **Примечание:** устройство определяет частоту тока автоматически по фазе 1. В меню отображается частота, определенная устройством, которая должна соответствовать частоте защищаемой сети.
	Уставка максимальной токовой защиты (I>)
	Уставка по току защиты от КЗ на землю (Io>) Только для VIP45
	Уставка по времени защиты от КЗ на землю (to>) Только для VIP45
	Положение переключателя дополнительных уставок: • Первые 2 символа (ON/OFF) соответствуют уставке по согласованию времени отключения с выключателем на стороне низшего напряжения • Последние 2 символа (ON/OFF) соответствуют уставке по отстройке от броска тока намагничивания

	Ввод минимального времени отключения: ● d.On: минимальное время отключения активировано ● d.Off: минимальное время отключения не активировано
	Тип устройства: ● 100 P – терминал VIP40 100 A ● 200 P – терминал VIP40 200 A ● 100 E – терминал VIP45 100 A ● 200 E – терминал VIP45 200 A
	Последняя ошибка, обнаруженная терминалом *(см. стр. 55)*

Профилактическое обслуживание

Введение

Для достижения максимальной эксплуатационной готовности необходимо обеспечивать правильную работу устройства в течение всего срока эксплуатации. Внутренняя система самодиагностики предупреждает персонал о возникновении внутренних ошибок *(см. стр. 55)*.

Однако внешние элементы устройства не охватываются внутренней самодиагностикой, поэтому требуется периодическое профилактическое обслуживание таких элементов.

Из всех элементов, находящихся внутри устройства, обслуживающий персонал может заменить только батарею, доступ к которой осуществляется с задней части терминала.

Список проводимых мероприятий

В таблице приводится периодичность проводимых профилактических мероприятий. Периодичность внешнего осмотра устройств определяется условиями эксплуатации на объекте установки.

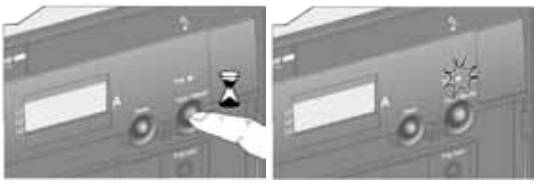
Мероприятие	Периодичность
Периодический осмотр	В зависимости от условий эксплуатации
Проверка светодиодов, дисплея и состояния батареи	Ежегодно
Проверка цепи отключения	Раз в 5 лет

Периодический осмотр

- Проверить отсутствие свечения светодиода
- Убедиться, что показания фазных токов и тока нулевой последовательности (для VIP45) соответствуют текущей нагрузке сети
- При отсутствии питания устройства (недостаточная нагрузка сети) для выполнения данных проверок требуется запитать устройство. Для этого необходимо воспользоваться портативным модулем батареи *(см. стр. 75)*
- После этого еще раз проверить отсутствие свечения светодиода

Проверка светодиодов и дисплея

Данная проверка необходима для контроля правильной работы светодиода индикации отключения, сегментов дисплея и светодиода . Для выполнения проверки на устройство должно быть подано питание. При недостаточной нагрузке сети необходимо воспользоваться портативным модулем батареи *(см. стр. 75)*.

Шаг	Операция	Рисунок
1	Нажать и удерживать кнопку Test/Reset. **Примечание:** если уровень заряда батареи достаточен, то менее чем через 4 секунды загорится светодиод Trip.	
2	Через 5 секунд загорятся все сегменты дисплея. Отпустить кнопку Test/ Reset.	

РосЭнергоПолюс

Код ошибки	Возможная причина	Действие по устранению	Раздел Руководства
Er 19	Достигнуто максимальное число записей в память EEPROM, тип КЗ не сохраняется в памяти. Неисправность не влияет на работу защит. Ошибка может возникнуть из-за неисправности выключателя и постоянного присутствия сигнала отключения на выходе.	Проверить цепь отключения, убедиться, что выключатель отключается. Заменить терминал при следующем ремонте.	Проверка команды на отключение выключателя *(см. стр. 61)* Демонтаж устройства *(см. стр. 79)*
Er 18	Неисправность основного источника питания терминала. Работа устройства от резервного питания.	Заменить терминал.	Демонтаж устройства *(см. стр. 79)*
Er 16	Неисправность подключений в цепях измерений, отсутствие контакта в разъёме или неисправность аналого-цифрового преобразователя	Проверить подключения токовых входов. Если ошибка осталась, заменить терминал.	Демонтаж устройства *(см. стр. 79)*
Er 15	Залипание кнопок (кнопка нажата в течение 1 минуты и более)	Проверить, нет ли залипания клавиш. Если ошибка осталась, заменить терминал.	Демонтаж устройства *(см. стр. 79)*
Er 14	Неисправность соединения с расцепителем Mitop	Проверить соединение с Mitop. Если ошибка осталась, заменить терминал.	Демонтаж устройства *(см. стр. 79)*

Отсутствие индикации срабатывания после отключения выключателя при КЗ

Симптомы	Возможная причина	Действие по устранению	Раздел Руководства
Выключатель отключен, но светодиод индикации отключения не горит	Выключатель не был отключен от терминала (был отключен в ручном или в ином режиме).	Не требуется: это нормальный сценарий работы	-
	Батарея разряжена или отсутствует.	Проверить батарею, заменить, если необходимо	Проверка состояния батареи *(см. стр. 80)*
	С момента выдачи команды отключения от устройства VIP прошло более 24 часов.	Не требуется: нормальный сценарий работы. При необходимости отображения причины последнего отключения подключить портативный батарейный модуль.	Работа устройства от портативного батарейного модуля *(см. стр. 75)*

РосЭнергоПолюс

Характеристики функций защиты

Общие положения

В нижеследующих таблицах:

- In – это фазный номинальный первичный ток.
- Требования по точности измерений соответствуют МЭК 60255-6. Если не оговорено иное, то указанные значения включают в себя погрешность датчика.

Номиналы датчиков

Датчик	Характеристика	Значения
Фазный трансформатор тока	Первичный номинальный ток: In	CUa: 200 A

Измерение фазных токов

Характеристики	Значения
Диапазон измерений	0…999 A
Погрешность	• +/-2 % +/- 1 разряд, 30…200 A • +/-5 % +/- 1 разряд, 5…30 A
Разрешение	0,1…1 A в зависимости от значения
Формат отображения	3 знака

Измерение фазных токов пиковой нагрузки

Характеристики	Значения
Диапазон измерений	0…999 A
Погрешность	• +/-2 % +/- 1 разряд, 30…200 A • +/-5 % +/- 1 разряд, 5…30 A
Шаг отображения	0,1…1 A в зависимости от значения
Формат отображения	3 знака

Максимальная токовая защита

Характеристики		Значения
Уставка I>	Уставка (A) для: VIP40 200 A VIP45 200 A	5, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30, 35, 45, 55, 70, 85, 105, 130, 160, 200
	Уставка (A) для: VIP40 100 A VIP45 100 A	5, 6, 7, 8, 10, 12, 15, 18, 21, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 100
	Погрешность	+/- 5 % или 0,01 In
	Погрешность переходного режима	<10 % (I> 20 Ir – кривая защиты от КЗ со стороны первичной обмотки)
Выдержка времени	Уставка	Отсутствует
	Погрешность	+/- 7,5 % или -15 мс/+25 мс в соответствии с МЭК 60255-151
Временные параметры	Время возврата	< 40 мс при 2 I>
	Мгновенное отключение	< 30 мс при I> 30 Ir < 20 мс при I> 40 Ir

Защита от КЗ на землю

Характеристики		Значения
Уставка Io>	Уставка (A) для: VIP45 200 A	5, 8, 15, 25, 40, 70, 120, 200, OFF
	Уставка (A) для: VIP45 100 A	5, 8, 12, 20, 30, 45, 65, 100, OFF
	Погрешность	+/- 5 % или 0,01 In
	Погрешность переходного режима	<10 %
Выдержка времени to>	Уставка DT (s)	0.1 — 0.15 — 0.2 — 0.3 — 0.4 — 0.5 — 0.6 — 0.8 — 1
	Погрешность	+/- 2 % или -15 мс/+25 мс
Временные параметры	Время возврата	< 40 мс при 2 Io>

Особенности работы при лабораторных испытаниях

Для работы алгоритмов обработки сигналов устройствам необходима информация о частоте сети (50 Гц или 60 Гц). Устройства имеют автоматическую функцию определения частоты сети. Определяемое значение (50 Гц или 60 Гц) запоминается и устройство работает постоянно на данной частоте. Сохранённое в памяти значение используется каждый раз при запуске устройства.

Для определения частоты сети и ее запоминания на устройство должен быть подан ток фазы 1 в течение 5 секунд, частота которого находится в диапазоне 50 +/- 2 Гц или 60 +/- 2 Гц. Определение частоты происходит при запуске устройства.

При лабораторных испытаниях необходимо выполнить серию тестов на частоте 50 Гц и затем на частоте 60 Гц (или наоборот). Для корректной работы устройства после смены частоты требуется время, поэтому перед испытаниями необходимо, чтобы устройство определило новую частоту при запуске. Тестировать устройство следует после этого. В противном случае могут возникнуть ошибки измерений из-за неверной частоты выборки. Защиты будут неправильно срабатывать до тех пор, пока устройство не определит правильную частоту.

Значение рабочей частоты устройства отображается в меню **Expert** *(см. стр. 70)*.

РосЭнергоПолюс

Технические характеристики

Общие характеристики

Характеристики	Значения
Габаритные размеры	180 x 140 x 31 мм
Масса	380 г
Тип батареи	½ AA Li 3,6 В (LS14250 от SAFT)
Ресурс батареи	10 лет(1)
Максимальное потребление в длительном режиме	150 мВт
Примечание: (1) в экстремальных температурных условиях ресурс батареи может уменьшаться.	

Токовые входы

Токовые входы устройств работают только с датчиками типа CUa с двойным сердечником.

Характеристики	Значения
Длительно выдерживаемый ток фазы	1,3 In
Кратковременно допустимый ток фазы	25 кА (первичн.) в течение 2 с при нормальной температуре
Частота	50 Гц, 60 Гц

Характеристики питания от датчиков тока

Характеристики		Значения
Минимальное время срабатывания	Ток нулевой последовательности	Одна фаза и три фазы
	10 A	< 120 мс
	12 A	< 80 мс
	16 A	< 30 мс
	240 A	< 20 мс
	1 кА	< 15 мс

Минимальный ток срабатывания – это время, которое необходимо для активирования устройства, на которое не подано питание от датчиков тока. При КЗ данное время прибавляется к уставке выдержки времени. Минимальное время срабатывания указано для тока КЗ величиной 1,2 от уставки тока.

Характеристики		Значения	
Минимальный ток срабатывания	Датчик	Одна фаза	Три фазы
	CUa	6 A	4 A

Примечание: если значение тока близко к минимальному току срабатывания, то дисплей может включаться, а затем отключаться. Такое поведение устройства является нормальным и не влияет на работу функций защит.

Токовые входы

Терминалы VIP работают только с датчиками тока типа CUa (200 A), имеющими двойной сердечник. На датчике тока CUa имеется 2 обмотки на каждую фазу. Одна обмотка обеспечивает питание терминала VIP, а другая обмотка используется для измерения фазных токов. Ток нулевой последовательности измеряется суммированием фазных токов внутри датчика.

Цепи измерения:

Входные цепи терминала VIP обеспечивают приём сигналов от измерительных датчиков тока с последующим аналого-цифровым преобразованием. Фильтр нижних частот пропускает гармоники до 13-й при частоте 60 Гц и до 15-й при частоте 50 Гц.

Цепь питания:

Питание устройства осуществляется от вторичной обмотки датчика тока CUa (специально предназначенная обмотка для питания устройства).

Самостоятельное питание устройства

Цепь питания обеспечивает питание терминала VIP для работы защит без необходимости применения внешнего источника оперативного тока. Питание обеспечивается от датчика тока, встроенного в выключатель.

Цепь питания терминала имеет регулирование напряжения с резервированием, обеспечивающее безопасность персонала, благодаря ограничению уровня рабочего напряжения на датчиках.

Символьный дисплей

Сегметированный дисплей имеет срок службы в несколько лет в следующем диапазоне температур: -40…+70 ºC.

Дисплей напрямую связан с микропроцессором устройства.

В связи с тем, что для устройства используется самостоятельное питание, дисплей не имеет подсветки. Тем не менее, контрастность дисплея позволяет просматривать информацию при наличии внешнего источника освещения минимальной яркости.

Батарея

Встроенная батарея обеспечивает работу дисплея отключения в течение 24 часов после снятия питания с устройства.

Ресурс батареи составляет более 10 лет в нормальных условиях эксплуатации. Отсутствие или неисправность батареи не влияют на работу защит устройства.

Безопасность персонала

Благодаря ограничению уровня входных напряжений до безопасных значений, устройство обеспечивает защиту персонала от поражения электрическим током при работе на лицевой панели. При этом устройство должно быть подключено к защитному заземлению.