

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ЗАЩИТЫ ТЯГОВОЙ СЕТИ SMTN-3

ГОРОДСКОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ ■
ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ ■ МЕТРОПОЛИТЕН ■
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА И ЗАЩИТЫ ТЯГОВОЙ СЕТИ

Система мониторинга и защиты тяговой сети серии SMTN-3 предназначена для:

- защиты тяговой сети от токов короткого замыкания и недопустимых перегрузок;
- мониторинга параметров тяговой сети;
- накопления данных для последующего анализа произошедших аварийных процессов.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Областью применения SMTN-3 являются тяговые подстанции транспортных и промышленных предприятий.

SMTN-3 используется в распределительных устройствах тяговых подстанций городского электрического транспорта, метрополитена, железных дорог, промышленных предприятий, а также на предприятиях горнодобывающей промышленности.

ВОЗМОЖНОСТИ СИСТЕМЫ

Защита тяговых сетей обеспечивается путем непрерывного контроля динамики изменения тока и напряжения в тяговой сети. В случае превышения заданных параметров защитных функций система подает команду на отключение быстродействующего выключателя.

SMTN-3 обеспечивает следующие эксплуатационные возможности:

- **измерение** величины и формы тока и напряжения в тяговой сети в различных режимах, в том числе и при коротком замыкании в линии;
- **защита** тяговой сети от токов короткого замыкания, в том числе от малых токов удаленных коротких замыканий и перегрузок;
- **осциллографирование и запись** в долговременную память формы и величины токов и напряжений при коротких замыканиях (обнаружение одной из защит аварийного процесса в тяговой сети);
- **хранение и отображение** осциллограмм, а также передача в систему верхнего уровня (либо в персональный компьютер) данных для последующего анализа;
- **задание внутренней конфигурации** (ввод защит, выбор защитных характеристик, количество ступеней защиты и т. д.) программным способом;
- местный и дистанционный **ввод, хранение и отображение** уставок защит;
- **хранение** двух наборов уставок и переключение наборов уставок по внешнему сигналу;
- **хранение и выдачу** информации о количестве и времени срабатываний защит;
- **анализ** распределения токов между катодными распределительными устройствами.

СООТВЕТСТВИЕ МЕЖДУНАРОДНЫМ СТАНДАРТАМ

Система мониторинга и защиты тяговой сети SMTN-3 производства ЧАО «Плутон» успешно прошла типовые испытания на соответствие стандартам Международной Электротехнической Комиссии (International Electrotechnical Commission) (IEC) в испытательном центре Aucoteam GMBH (г. Берлин, Германия).

Система мониторинга и защиты тяговой сети соответствует международным стандартам: IEC60068-2 ("Климатические испытания"), IEC60255-21 ("Электрические реле - часть 21: Вибрации, удары, сейсмическая стойкость"), IEC 60255-26 ("Измерительные реле и системы защиты - часть 26: Требования к электро-магнитной совместимости").



КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ



Модуль измерительный

Модуль преобразовательный

▲ Распределительное устройство постоянного тока 3,3 кВ

SMTN-3 выполнен в виде набора отдельных модулей, крепящихся непосредственно на DIN-рейку и соединяющихся между собой:

- модуль измерительный с делителем напряжения размещается в зоне высокого напряжения (шинный отсек);
- модуль преобразовательный размещается в зоне низкого напряжения (отсек управления).

Модуль измерительный и модуль преобразовательный соединяются между собой при помощи оптического кабеля, который обеспечивает передачу информации между модулями, а также гальваническую развязку между высоковольтными измерительными цепями и вторичными цепями.



▲ Преобразовательный и измерительный модули

ФУНКЦИИ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ

Модуль измерительный непосредственно подключен к первичным датчикам измерения тока и напряжения. Датчиком тока является резистивный элемент силовой цепи (шунт). Датчиком напряжения является резистивный делитель напряжения, находящийся внутри измерительного модуля, и предназначен для понижения измеряемого напряжения до уровня приемлемого для дальнейшей обработки в электронных модулях.

Основные функции модуля измерительного:

- согласование с первичными датчиками (шунты, делители напряжения);
- гальваническая развязка низковольтных цепей от высокого потенциала тяговой сети с помощью импульсного блока питания;
- преобразование аналоговых входных электрических величин для их согласования с интерфейсами модуля преобразовательного;
- предварительная фильтрация входного сигнала на основе аналоговых и цифровых фильтров;
- передача преобразованных данных аналоговых входных электрических величин в модуль преобразовательный при помощи оптического кабеля.

ЗАЩИТНЫЕ ФУНКЦИИ

SMTN-3 обеспечивает бесперебойную надежную работу системы и фильтрацией от ложных срабатываний и выполняет следующие защитные функции:

- токовая отсечка;
- токовая защита с выдержкой времени;
- защита по скорости нарастания тока;
- направленная защита по приращению тока;
- защита максимального напряжения;
- защита минимального напряжения;
- ампер-секундная защита;
- резервирование отказов выключателя.

Опционально система комплектуется следующими системами (модулями), расширяющими функциональный диапазон системы в целом:

- система измерения сопротивления линии;
- система контроля изоляции кабеля.

Система измерения сопротивления линии позволяет определить сопротивление линии перед включением быстродействующего выключателя с выдачей запрета на включение быстродействующего выключателя, в случае если сопротивление линии ниже параметра уставки. Система контроля изоляции кабеля постоянно контролирует сопротивление изоляции кабеля и выдает предупреждающий сигнал в случае ухудшения изоляции.

В случае нарушения изоляции кабеля подается сигнал отключения быстродействующего выключателя.

Модуль преобразовательный выполняет обработку всех данных, полученных от модуля измерительного и других дополнительных модулей, а также от дискретных входов. Модуль преобразовательный состоит из нескольких вычислительных систем, связанных между собой информационными шинами.

Основные функции модуля преобразовательного:

- первичная обработка и накопление текущей информации от модуля измерительного;
- нормализация значений тока и напряжения;
- диагностика и контроль полученных данных от модуля измерительного на достоверность;
- защитные функции (анализ данных от модуля измерительного согласно алгоритмам защит);
- формирование сигналов на аварийное отключение коммутационных аппаратов в соответствии с функциями защит;
- регистрация и хранение данных о аварийных процессах тяговой сети;
- протоколирование событий системы;
- хранение настроек системы;
- самодиагностика системы;
- связь с системой верхнего уровня автоматизированной системы управления тяговой подстанцией;
- доступ к изменению и настройке параметров системы при помощи интерфейс «Человек-Машина» (HMI).



▲ Система измерения сопротивления линии



▲ Система контроля изоляции кабеля



▲ HMI интерфейс на экране панельного компьютера

РЕГИСТРАЦИЯ СОБЫТИЙ И ПАРАМЕТРОВ

SMTN-3 формирует и хранит следующие записи:

- журнал событий;
- журнал сбоев;
- записи аварийного осциллографа.

Записи сохраняются на энергонезависимом твердотельном носителе данных, что гарантирует сохранение данных при нарушении питания устройства, а также высокую надежность.

Система SMTN-3 обеспечивает формирование и хранение записей аварийного осциллографа. Формирование записи аварийного осциллографа осуществляется при срабатывании одной из защитных функций.

При срабатывании одной из защитных функций формируются и сохраняются две записи аварийного осциллографа:

- «Быстрый след»;
- «Медленный след».

Записи аварийного осциллографа содержат в себе:

- осциллограмму тока и напряжения, формируемую непосредственно из измеренных величин (период

дискретизации 50 mks, для «Быстрого следа» и 100 ms для «Медленного следа»);

- график состояния дискретных входов и выходов на всей длительности записи осциллограмм тока и напряжения;
- астрономическое время формирования следа;
- вид сработавшей защиты;
- уставки защит, при которых произошло срабатывание.

Длина осциллограмм «Быстрого следа» и «Медленного следа» фиксированная и содержит в себе 2048 значений тока и напряжения.

Глубина охвата по времени каждой записи составляет:

- для «Быстрого следа» - 100 ms;
- для «Медленного следа» - 100 s.

Осциллограммы «Быстрого следа» и «Медленного следа» содержат в себе последовательные значения тока и напряжения до срабатывания одной из защитных функций (далее «Предистория») и после срабатывания одной из защитных функций (далее «Послеистория»).

Количество значений тока и напряжения в «Предистории» для каждого следа в отдельности является настраиваемым параметром и может быть изменено при помощи уставок.

SMTN-3 хранит в себе до 200 записей аварийных процессов. При превышении этого лимита, новая запись будет сохранена вместо самой старой записи.

Аварийные записи могут быть просмотрены при помощи WEB-интерфейса, считаны системой верхнего уровня через интерфейс Ethernet или сохранены на внешний USB-диск для последующего анализа при помощи ПК.

Системой SMTN-3 также регистрируются максимальные значения тока и напряжения. При превышении новых измеренных значений зарегистрированных ранее, новые значения записываются на место старых. Сравнение происходит независимо для каналов тока и напряжения.

Зафиксированные максимальные значения могут быть обнулены, при этом цикл регистрации новых максимальных значений начнется заново.

НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ

В системе SMTN-3 предусмотрены следующие методы настройки параметров, как самой системы, так и параметров защитных функций:

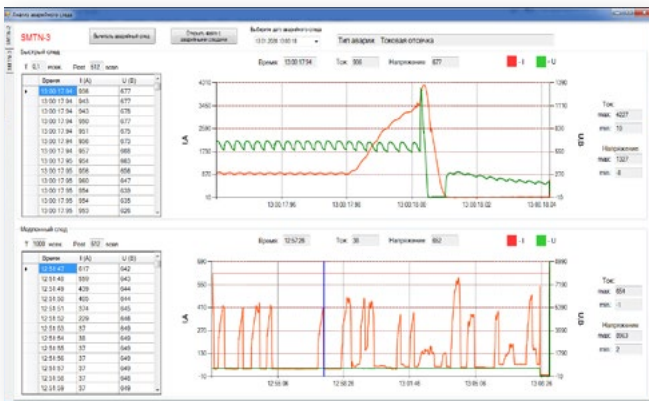
- местный интерфейс «Человек-Машина» на основе ЖКИ с сенсорным экраном;
- удаленный интерфейс «Человек-Машина» на основе WEB-технологий;
- удаленный доступ к устройству при помощи протокола ModBusTCP/IP, для систем верхнего уровня и систем управления электроснабжением и т.п.

Удаленный интерфейс «Человек-Машина» на основе WEB-технологий представляет собой интегрированный WEB-сервер в каждом модуле преобразовательном SMTN-3.

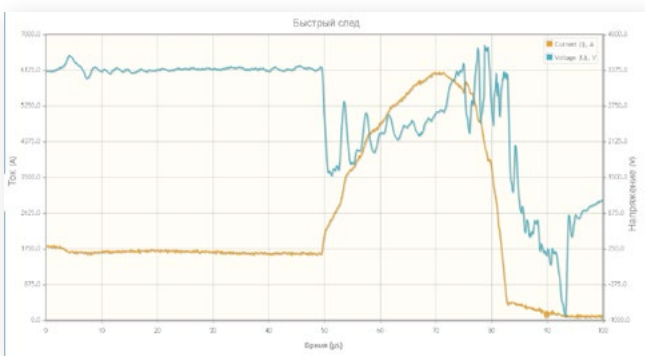
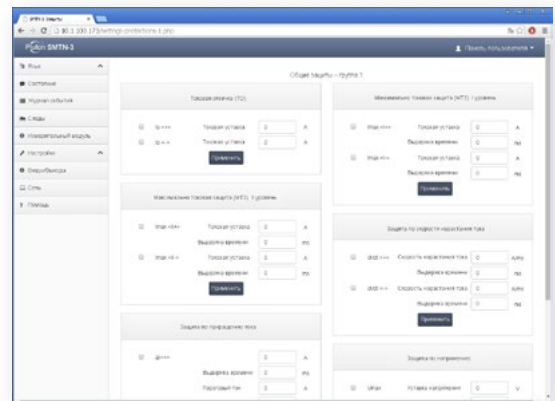
Он не требует установки дополнительного программного обеспечения на компьютере. Этот интерфейс используется для конфигурирования, отображения и анализа данных, накопленных системой SMTN-3.

Связь с WEB-сервером SMTN-3 может осуществляться через кабель Ethernet или с помощью подключения через ПК, планшетный компьютер или смартфон. Для работы с WEB-сервером SMTN-3 требуется только установленный WEB-браузер на устройстве.

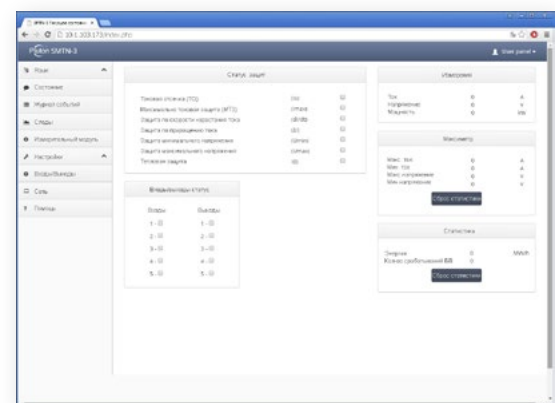
Интерфейс «Человек-Машина» выполнен на английском и русском языках. Интерфейс также может быть выполнен на других языках.



▲ Удаленный просмотр аварийных записей



▲ График быстрого следа в WEB интерфейсе



▲ Экраны настроек параметров

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ЗАЩИТЫ ТЯГОВОЙ СЕТИ

Наименование параметра	Ед.изм.	Значение
Основные параметры		
Число измерительных каналов тока	шт.	1
Число измерительных каналов напряжения	шт.	1
Тип датчика тока		Шунт
Диапазон измерения напряжения силовой цепи	V	-2000...+2000* -8000...+8000*
Диапазон входного напряжения, для канала измерения тока силовой цепи (напряжение создаваемое постоянным током на шунте)	V	-0,5...+0,5
Диапазон измерения тока где: I _{sh} – номинальный ток шунта; U _{sh} – падение напряжение на шунте при номинальном токе	A	$I_{\max} = \pm \frac{0.4 \cdot I_{sh}}{U_{sh}}$
Период дискретизации измеряемых величин	mks	50
Погрешность измерения тока, не более, от I _{sh}	%	0,5
Погрешность измерения напряжения, не более, от диапазона измерения	%	0,5
Электрическая прочность изоляции между силовой цепью и цепью питания измерительного модуля, не менее	kV	10 (30)*
Измеряемые величины		
		<ul style="list-style-type: none"> • Ток (канал тока) • Напряжение (канал напряжения) • Мощность (расчитывается) • Энергия (расчитывается) • Испытательный ток (канал ИКЗ)
Внешние сигналы		
Количество быстродействующих дискретных выходов	шт.	5
Назначение дискретных выходов		Выдача сигналов настраивается отдельно для каждого выхода при срабатывание одной или нескольких защитных функций
Количество дискретных входов	шт.	5
Назначение дискретных входов		Настраивается отдельно для каждого входа: <ul style="list-style-type: none"> • контроль состояния БВ, • сигнал внешнего отключения, • синхронизация времени.
Источник питания		
Номинальное оперативное напряжение	V	≈5; 12; 24 ; 48, 110; 220 ≈110; 220
Максимальная потребляемая мощность системы SMTN-3 не более	W	15
Допустимые длительные отклонения напряжения	%	-15...+10
Интерфейсы связи		
Интерфейс передачи данных		Ethernet
Протоколы передачи данных		WEB технологии ModBus TCP/IP
Надежность		
Средняя наработка на отказ устройства (MIL-HDBK-217F)	hours	100 000
Полный средний срок службы (при условии проведения требуемых технических мероприятий по обслуживанию)	years	25

Наименование параметра	Ед.изм.	Значение
Конструкция		
Степень защиты модулей в соотв. с DIN VDE 0470 и EN 60529 или IEC 529		IP3X
Охлаждение		естественное, воздушное
Тип крепления модулей		DIN-рейка (TH 35, EN 50022)
Защитные функции		
Код ANSI	50 76 59 27 49 BF	<ul style="list-style-type: none"> • Токовая отсечка • Токовая защита с выдержкой времени • Защита по скорости нарастания тока • Направленная защита по приращению тока • Защита максимального напряжения • Защита минимального напряжения • Ампер-секундная защита • Резервирование отказов выключателя
Период обработки данных алгоритмами защитных функций	mks	50
Количество групп уставок		2
Функции измерения и регистрации		
Измеряемые величины		<ul style="list-style-type: none"> • Ток • Напряжение • Мощность • Энергия • Счетчик коммутаций БВ • Испытательный ток (канал ИКЗ)
Количество записываемых осциллограмм при возникновении аварийного события**	шт.	2 • «Быстрый след» • «Медленный след»
Ширина охвата записей аварийного осциллографа		<ul style="list-style-type: none"> • График тока; • График напряжения; • График состояния дискретных входов и выходов; • Астрономическое время; • Вид сработавшей защиты.
Глубина охвата записей аварийного осциллографа	points	2048 (для каждой измеряемой величины)
Частота дискретизации сигналов в записи «Быстрый след»	kHz	20
Период дискретизации сигналов в записи «Медленный след»	Hz	10
Глубина охвата по времени записи «Быстрый след»	ms	100
Глубина охвата по времени записи «Медленный след»	s	100
Глубина охвата по времени предистории*** в записи «Быстрый след»	points	Настраивается 0 - 2048
Глубина охвата по времени записи предистории*** в записи «Медленный след»	points	Настраивается 0 - 2048
Количество хранимых записей аварийного осциллографа		200
Местные интерфейсы взаимодействия с человеком		
		ЖКИ с сенсорным экраном или светодиодный элемент индикации и управления
Условия эксплуатации		
Диапазон рабочих температур окружающего воздуха	°C	+1...+60
Относительная влажность воздуха, при температуре (Верхнее значение)	%	60, 20°C (80, 25°C)

* - в зависимости от исполнения модуля измерительного для применения в городском электрическом транспорте с напряжением тяговой сети до 1000 V или для применения на железнодорожном транспорте с напряжением тяговой сети до 4000 V

** - под аварийным событием понимается срабатывание одной из защит

*** - предистория это график значений измеренных величин до возникновения аварийного события

ТИПОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ЗАЩИТЫ ТЯГОВОЙ СЕТИ

Наименование параметра	Стандарт	Примечание
Электрические испытания	МЭК 255-5	-
Испытания на соответствие EMC		
Напряжение радиопомех на клеммах питания	IEC 60255-26 CIS PR 22, class A	Диапазон частот: (0,15 – 30) MHz
Напряженность поля радиопомех	IEC 60255-26 CIS PR 22, class A	Диапазон частот: (30 – 6000) MHz Измерительное расстояние: 3 м
Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю	IEC 60255-26 IEC 61000-4-3	Диапазон частот: (80 – 1000) MHz, Напряженность поля: 10 V/m
Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями	IEC 60255-26 IEC 61000-4-6	Диапазон частот: (0,15 – 80) MHz Напряжение помех: 10 V
Устойчивость к воздействию наносекундных импульсов	IEC 60255-26	Амплитуда испытательных импульсов: - сигнальные линии и линии питания - ± 4 kV - линии связи - ± 2 kV Частота повторения импульсов – 5 kHz Испытательный импульс: 5/50 ns
Устойчивость к электростатическим разрядам (ESD)	IEC 60255-26 IEC 61000-4-2	Воздушный разряд - ± 8 kV Контактный разряд - ± 6 kV
Устойчивость к микросекундным импульсным помехам	IEC 60255-26 IEC 61000-4-5	Испытательный импульс: 1,2/50 mks Амплитуда испытательных импульсов: - сигнальные линии и линии питания: «провод-провод» - ± 2 kV «провод-земля» - ± 4 kV - линии связи: «провод-земля» - ± 4 kV
Устойчивость к магнитному полю промышленной частоты	IEC 60255-26 IEC 61000-4-8	Напряженность магнитного поля: 100 A/m
Устойчивость к провалам и отключению питания	IEC 60255-26 IEC 61000-4-11	Провалы напряжения: U пит. min - 30% - 500 ms U пит. min - 60% - 200 ms Отключение питания: - 20 ms
Устойчивость к затухающим колебательным волнам	IEC 60255-26 IEC 61000-4-18	Частота: 1 MHz Сигнальные линии и линии питания: - «провод-провод» - 1 kV - «провод-земля» - 2.5 kV Линии связи: - «провод-земля» - 1 kV

Наименование параметра	Стандарт	Примечание
Механические испытания		
Устойчивость к воздействию синусоидальной вибрации	IEC 60068-2-6 IEC 60255-21-1	Частота: 2-200 Hz; Амплитуда ускорения 20 m/s ² (2 g) Скорость развертки: 1 октава/min Длительность: 20 циклов/ось В 3-х ортогональных осях
Устойчивость к воздействию одиночных ударов	IEC 60068-2-27 class 2	Амплитуда ускорения - 100 m/s ² (10g); Длительность импульса – 11 ms, 3 удара по каждому из 6-ти направлений
Устойчивость к воздействию длительных ударов	IEC 60068-2-27 class1	Амплитуда ускорения - 100 m/s ² (10g); Длительность импульса – 16 ms, 1000 ударов по каждому из 6-ти направлений
Транспортировка и хранение	IEC 60255-21-2 IEC 60068-2-27	В вертикальной плоскости: - 750 m/s ² , 6 ms, 200 ударов - 150 m/s ² , 11 ms, 2000 ударов - 100 m/s ² , 11 ms, 8800 ударов В горизонтальных плоскостях: - 120 m/s ² , 11 ms, 400 ударов
Устойчивость к свободному падению	IEC 60068-2-31	Высота 1 м С 6-ти сторон
Климатические испытания		
Испытание Ad: Холод, в рабочем состоянии	IEC 60068-2-1	-10 °C Выдержка: 72 ч.
Испытание Ab: Холод, в нерабочем состоянии	IEC 60068-2-1	-40 °C Выдержка: 72 ч.
Испытание Bd: Сухое тепло, в рабочем состоянии	IEC 60068-2-2	+60 °C Выдержка: 72ч.
Испытание Bb: Сухое тепло, в нерабочем состоянии	IEC 60068-2-2	+60 °C Выдержка: 72 ч.
Испытание Nb: Медленное изменение температуры	IEC 60068-2-14	Минимальная температура -10 °C Максимальная температура +55 °C Выдержка: 3 ч. 2 цикла
Испытание Cab: Влажное тепло. Постоянный режим	IEC 60068-2-78	Температура +55 °C Влажность 93 % Выдержка: 96 ч.
Испытание Db: Влажное тепло. Циклический режим	IEC 60068-2-30	+25 °C/ 95 % -> +55 °C/ 93 % Выдержка: 12 ч. 2 цикла +55 °C/ 93 % -> +25 °C/ 95 % Выдержка: 12 ч. 2 цикла

Частное акционерное общество
«Плутон»

ул. Новостроек, 5
Запорожье 69076, Украина

Телефон:
+380 (61) 220-48-11
+380 (61) 220-48-13
Факс:
+380 (61) 220-48-12
E-mail: info@pluton.zp.ua

www.pluton.ua

ЧАО «Плутон». Все права защищены