



Закрытое акционерное общество

«ЭТК «Плутон»

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАРЕВШЕГО И ИЗНОШЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

тяговых подстанций городского электрического транспорта



Цель модернизации

- **продление сроков работы оборудования** действующих тяговых подстанций (ТП);
- **перевод оборудования РУ-600 и ТП в целом на качественно новый уровень** управления, диагностики и мониторинга;
- **повышение надежности** работы оборудования РУ-600 и всей ТП в целом.

Поставленные цели достигаются за счет замены морально устаревших и физически изношенных узлов и систем старого оборудования РУ-600, при относительно малых материальных (финансовых) затратах.

Объект модернизации – распределительные устройства РУ-600 на действующих тяговых подстанциях городского транспорта.

Уровни модернизации РУ-600 на действующих ТП

- 1) Замена изношенных и устаревших быстродействующих выключателей ВАТ, ВАБ на UR26, UR40 «Secheron» (Швейцария).
- 2) Замена релейной системы управления ячеек РУ-600 на систему управления с применением программируемого промышленного контроллера.
- 3) Установка системы мониторинга тяговой сети +600 В (SMTN2) как в модернизированные (доработанные) ячейки, так и в ячейки без доработки.
- 4) Установка современной системы телемеханики, реализованной на промышленных контроллерах с использованием радиоканала, каналов связи GPRS мобильных операторов и др.

ЧАО «Плутон» осуществляет поставки оборудования для модернизации тяговых подстанций «под ключ», что включает в себя:

- изготовление и поставку оборудования;
- монтажные и пуско-наладочные работы;
- сервисное обслуживание и обучение персонала.

Замена быстродействующего выключателя

Быстродействующий выключатель UR26-81 (UR40-81) устанавливается в ячейке на месте демонтированного выключателя ВАТ, ВАБ, с сохранением удобства осмотра и обслуживания.

Подключение выключателя к шинам ячейки осуществляется гибкими связями.

Быстродействующий выключатель UR26-81 производства компании Secheron (Швейцария) – самый современный и эффективный быстродействующий коммутирующий защитный аппарат, предназначенный для работы в цепях постоянного тока. Аппарат имеет повышенный ресурс механического износа, высокую отключающую способность. Благодаря уникальной системе дугогашения аппарат обладает минимальными расстояниями приближения до заземленных частей и изоляционных экранов. Эксплуатационные характеристики выключателя UR26-81 значительно превосходят характеристики эксплуатируемых в настоящее время на тяговых подстанциях городского электрического транспорта выключателей типа ВАТ-43, ВАБ-43.

Применение быстродействующих выключателей UR26-81 (UR40-81) позволяет значительно снизить затраты на обслуживание за счет высокой механической и

электрической надежности.

У выключателя нет дугогасящих контактов. Присутствуют только главные контакты. Такое техническое решение увеличивает надежность выключателя, т.к. при отключениях особо тяжелых коротких замыканий дугогасящие контакты подвержены выгоранию и подлежат замене. Кроме того, отсутствие дугогасящих контактов способствует сокращению времени отключения.

Уставка выключателя регулируется плавно. Однажды откалиброванный на предприятии-изготовителе выключатель не требует входного контроля у заказчика, контроля и периодической калибровки в процессе эксплуатации. При необходимости изменения уставки выключателя необходимо с помощью специального винта установить значение делений на шкале уставок, соответствующее току уставки. На этом операция изменения уставки окончена. Точность описанной настройки уставки составляет $\pm 5\%$ благодаря тому, что характеристика изменения уставок в широком диапазоне линейная. При этом нет необходимости в калибровке выключателя.

Преимущества быстродействующих выключателей постоянного тока Secheron

1. Механическая простота.
2. Автоматическая настройка прижатия контакта.
3. Длительный срок службы.
4. Изоляционный материал, самоочищающийся под действием дуги.
5. Уставка на отключение регулируется плавно.
6. Все изоляционные материалы соответствуют жестким Европейским экологическим требованиям.
7. Нет дугогасящего контакта, что делает время на отключение минимальным.
8. Ток при отключении выключателя при КЗ не успевает достигнуть больших значений.
9. Длительное время не требуются смазка, регулировка, техническое обслуживание.
10. Меньшая масса и габарит выключателей.

Технические параметры быстродействующего выключателя UR26-81

Наименование параметра	UR26-81
1. Исполнение по поляризации	неполяризованный
2. Род тока главной цепи	постоянный
3. Номинальный рабочий ток, при установке в шкафу, А	2600
4. Номинальное напряжение главной цепи, В	1000
5. Пределы токов уставки, А	1400...2700, 2000...8000
6. Автоматическое отключение по сверхтоку	Да
7. Номинальная отключающая способность при коротком замыкании, кА/мс	125/100
8. Номинальное напряжение цепей управления, В	24, 36, 48, 64, 72, 96, 110, 220
9. Расстояние до заземленных частей (без экрана/с экраном) По высоте, мм По глубине, мм	750 200/25 300/95

По ширине, мм	
10. Механическая прочность без обслуживания, чистки и смазки (неаварийных переключений), циклов	8 x 25000
11. Внеочередная ревизия	После 250 отключений по перегрузке
12. Испытательное напряжение, кВ: Главная цепь относительно земли, кВ Между главными контактами, кВ	15 15
13. Условия эксплуатации: Высота над уровнем моря – не более, м Температура окружающей среды, °С	1400 -25...+40
14. Масса, кг	77

Модернизация системы управления ячеек РУ-600



1. Производится демонтаж старой панели с кнопками, переключателями и реле, которая расположена справа от двери РУ-600. Демонтируются старые клеммные блоки, расположенные за этой панелью. На освободившееся место болтами крепится отсек управления со своей дверью.

На этой двери в верхней части расположена лицевая панель управления, которая содержит:

- кнопки управления БВ;
- кнопки управления разъединителями запасной шины;
- кнопки управления режима управления (местный или дистанционный);

- кнопку АПВ;
- выключатель освещения;
- индикатор наличия напряжения = 220 В;
- индикатор аварии;
- индикаторы состояния БВ и разъединителей.

Отсек управления содержит:

- клеммники внешних подключений;
- реле и контакторы;
- автоматические выключатели;
- контроллер фирмы "B&R";
- преобразовательный блок системы мониторинга тяговой сети SMTN2; (при установке системы SMTN)

2. Над дверью и отсеком управления производится демонтаж старой панели и на этом месте крепится отсек высокого напряжения. Дверь этого отсека открывается вверх на 100° и фиксируется в этом положении. При открытии двери отсека высокого напряжения размыкаются измерительные цепи ± 600 В, что обеспечивает безопасный доступ к:

- амперметру;
- индикатору напряжения +600 В на фидере;
- измерительному блоку системы мониторинга тяговой сети SMTN2;
- реле контроля напряжения.

Двери отсека управления и отсека высокого напряжения оборудованы петлями, замками и уплотнителем, что позволяет обеспечить степень защиты отсеков IP-54.

Краткое описание системы управления и защиты

Ячейки серии РУ-600 оборудуются системой управления с применением промышленного контроллера фирмы Bernecker & Rainer (Австрия). Все алгоритмы работы распределительных устройств реализуются на программном уровне, а управление исполнительными механизмами, быстродействующим выключателем осуществляется с помощью электронных коммутирующих элементов.

Микропроцессорная система управления и защит является одновременно и системой мониторинга оборудования тяговой подстанции.

Распредустройство РУ-600 может быть оснащено встроенным промышленным компьютером, обеспечивающим визуализацию и управление с функцией управления путем прикосновения.

Промышленный компьютер может быть установлен в шкафу телемеханики.

Система управления ячеек РУ-600 может быть оснащена системой мониторинга тяговой сети SMTN2. В течение всего времени работы распредустройства система ведет постоянное осциллографирование параметров тяговой сети – тока и напряжения. Система ведет запись медленного следа и быстрого следа. Система способна отличить реальный переходной процесс от всплесков, создаваемых подвижным составом. В случае возникновения переходного процесса (перегрузка, короткое замыкание) система мониторинга автоматически переходит в режим записи быстрого следа. Время записи быстрого следа – 100 мкс. Система способна реализовать следующие электронные защиты: di/dt , $\Delta i/\Delta t$, максимально токовую защиту, защиту от минимального напряжения, токовую защиту.

Система мониторинга и визуализации позволяет в простой и удобной форме отображать состояние элементов подстанции, представлять информацию в доступном для анализа виде.

Система ведет энергонезависимый протокол событий, происходящих на подстанции, запись аварийных процессов, мониторинг нагрузок фидерных линий. Протокол событий позволяет выявить возможные ошибки персонала в случае возникновения аварийных процессов, проанализировать правильность действий персонала, состояние тяговой сети и оборудования за промежуток времени, предшествующий аварии.

Система управления, защиты и мониторинга ведет архив событий, происходящих на тяговой подстанции, запись аварийных процессов, мониторинг тяговой сети (нагрузок фидерных линий, напряжения тяговой сети).

Энергонезависимый архив событий, который сохраняется в памяти компьютера, служит для фиксирования и регистрации всех процессов, происходящих на тяговой подстанции, выявления ошибок персонала, а в случае аварийных процессов – выявления их причин и следствий, проведения анализа процессов, предшествующих аварии. Система способна сама себя диагностировать и сообщать персоналу с высокой достоверностью характер неисправности. Система управления и мониторинга объединяется в сеть с системой верхнего уровня – телемеханикой, центральным диспетчерским пультом, организовывая единую автоматизированную систему управления тяговых подстанций (АСУ ТП).

Особенности работы системы управления, защиты и мониторинга тяговой подстанции:

- выполняет функции основных защит: di/dt , $\Delta i/\Delta t$, максимально токовую защиту, защиту от минимального напряжения, токовременную защиту;
- получает команды от аппаратуры верхнего уровня и обрабатывает их в соответствии с заданным алгоритмом, выдает подтверждения о выполнении команд;
- выдает управляющие команды конечным исполнительным устройствам;
- осуществляет запись в память контроллера всех событий во времени и обеспечивает связь по сети через интерфейсы RS-232, RS-485, CAN;
- имеет возможность объединения в сеть с системой верхнего уровня и может встраиваться в глобальные автоматизированные системы управления тяговыми подстанциями.

Система мониторинга тяговой сети SMTN2-1,0-10

Назначение и основные функции

Система мониторинга тяговой сети серии SMTN2-1,0-10 (далее SMTN2) предназначена для защиты контактной сети городского электрического транспорта от токов короткого замыкания и недопустимых перегрузок, анализа произошедших аварийных процессов, мониторинга параметров тяговой сети.

Защита тяговых сетей обеспечивается путем непрерывного контроля динамики изменения тока и напряжения в тяговой сети с выдачей команд на отключение быстродействующего выключателя распределительного устройства серии РУ-600 в случае превышения параметров сети заданных уставок.

SMTN2 выполняет следующие функции:

- измерение величины и формы тока и напряжения в тяговой сети в различных режимах, в том числе и при коротком замыкании в линии;
- считывание из системы защиты SMTN2 измеренных значений системой верхнего уровня с использованием панельного компьютера, установленного в одном из устройств РУ-600 (далее ПК);
- защита тяговой сети от токов короткого замыкания, в том числе от малых токов удаленных коротких замыканий;



Комплект SMTN2

- осциллографирование и запись в долговременную память формы и величины токов и напряжений при коротких замыканиях (обнаружение одной из защит аварийного процесса в тяговой сети). Передача в систему верхнего уровня (ПК) данных для статистического анализа с целью корректировки уставок защит;
- изменение коэффициентов преобразования, уставок защит, выбор интервалов усреднения при помощи системы верхнего уровня;
- анализ распределения токов между катодными распределительными устройствами.

Конструктивное исполнение SMTN2

SMTN2 представляет собой два отдельных модуля, крепящихся непосредственно на DIN-рейку, и соединяющихся между собой:

- измерительный модуль и модуль делителя напряжения, расположенные в одном корпусе, размещаются в зоне высокого напряжения;
- модуль преобразовательный размещается в зоне низких напряжений.

Измерительный модуль и модуль преобразовательный соединяются между собой при помощи оптического кабеля, который обеспечивает надежную гальваническую развязку между высоковольтными и вторичными цепями.

Измерительный модуль непосредственно подключен к первичному датчику измерения тока и напряжения. Датчиком тока является шунт, датчиком напряжения – резистивный делитель напряжения, находящийся внутри измерительного модуля, и предназначен для понижения измеряемого напряжения до уровня приемлемого для дальнейшей обработки.

Функции защиты по току и напряжению

SMTN2 обеспечивает выполнение следующих защитных функций (с обеспечением бесперебойной надежной работы системы и фильтрацией от ложных срабатываний):

- токовая отсечка без выдержки времени (максимальная импульсная отсечка);
- максимально-токовая защита с выдержкой времени;
- превышение заданного предельного значения скорости нарастания тока (di/dt);
- тепловая защита от отжига контактного провода (токовременная защита);
- контроль снижения напряжения ниже уровня минимального напряжения U_{min} .

Включение или выключение видов защит, изменение уставок или уточнения значений уставок защит, калибровки (при необходимости), считывание информации возможно через протокол высокого уровня (ModBus) по каналу связи RS-232 либо при помощи ПК.

Каждый вид защиты может быть включен или отключен на экране ПК в зависимости от потребностей потребителя.

Запись аварийных процессов

После срабатывания одного из критериев защит контроллер модуля преобразовательного формирует событие, по которому в энергонезависимой памяти SMTN2 записываются «Быстрый» и «Медленные следы». Одновременно со следами записывается время срабатывания защиты, вид сработавшей защиты.

Телемеханика

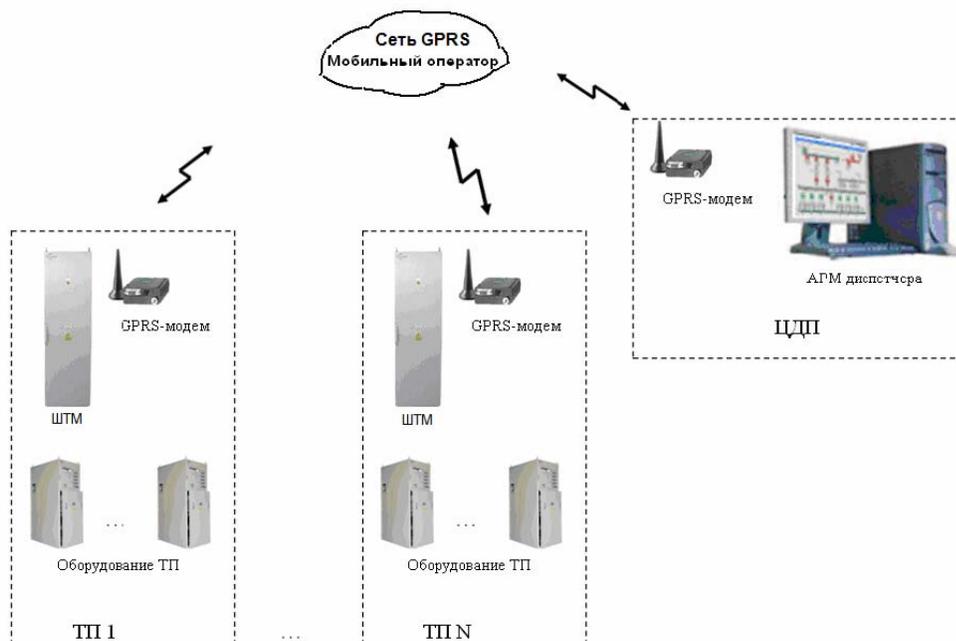
Автоматизированная система диспетчерского управления (АСДУ) тяговой подстанцией (ТП) предназначена для централизованного телеуправления (ТУ) и телеконтроля (ТК) всего оборудования тяговой подстанции. Телеуправление и телеконтроль осуществляется с помощью программно-технических средств, расположенных как на тяговой подстанции, так и на диспетчерском пункте (ДП).

АСДУ контролирует следующее оборудование:

- распределительные устройства среднего напряжения 6(10) кВ;
- выпрямители (преобразовательные трансформаторы и секции преобразовательные);
- распределительные устройства РУ«+»600В серии РУ-600;
- распределительные устройства серии РУ«-»600В серии РУ-600ОШ;
- собственные нужды тяговой подстанции (ВУ, ШСН, ШОТ);
- сигналы различных систем (пожарные, охранные и др.);

АСДУ ТП, со стороны тяговой подстанции, состоит из шкафа телемеханики (ШТМ). В шкафу установлен промышленный контроллер, блок бесперебойного питания, коммуникационное оборудование (модемы, HUB, конвертор), коммутирующее оборудование (блоки питания, выключатели, реле, клеммы и т.д.).

АСДУ ТП, на стороне диспетчера, состоит из современного автоматизированного рабочего места энергодиспетчера (АРМ ЭД). АРМ ЭД выполнен на базе промышленного компьютера.



В АСДУ ТП предусмотрена передача информации по двум каналам связи: основному и дополнительному. Любой канал может быть настроен на следующие типы каналов связи:

- канал мобильного оператора (GPRS) - ($V =$ от 9600 б/с);
- волоконно-оптический (ВОЛС) – ($V =$ от 10 Мб/с, интерфейс Ethernet);
- медный телефонный кабель – ($V =$ от 1200 б/с, сопротивление медной линии связи -до 3 кОм);
- радиоканал.

Телемеханика обеспечивает:

- сбор информации со всех объектов тяговой подстанции внутри тяговой подстанции;
- передачу информации с тяговой подстанции в аппаратуру верхнего уровня;
- прием информации с тяговой подстанции аппаратурой верхнего уровня;
- отображение на мнемосхемах монитора текущего состояния оборудования ТП, работы аппаратных и программных средств;
- управление устройствами с анализом допустимости выдачи команд и контроля их исполнения;
- сигнализацию о самопроизвольном изменении состояний объектов и нарушении работы устройств;
- ретроспективную информацию (команды управления, изменения состояния, тренды и т.д.);
- справочную информацию.

Технические характеристики:

- количество контролируемых тяговых подстанций – до 30 шт;

- структура – трехуровневая;
- тип сигналов ввода-вывода:
 - дискретные входные/выходные типа «сухой контакт»;
 - аналоговые входные сигналы;
- питание -от сети ~ 220В и резервное от аккумуляторной батареи 24В;
- степень защиты от воздействий окружающей среды – IP44;
- время реакции на изменение состояния объекта – 2...5 сек;
- время прохождения команды до объекта управления – 1...3 сек;
- наработка на отказ по функциям доведения команд и получения информации – 50 тыс. час;
- сертифицированное оборудование;
- лицензионное программное обеспечение;
- различные каналы связи, в том числе и цифровые каналы мобильных операторов (GPRS).



Преимущества:

- надежность и непрерывность в управлении – объект находится на связи по схеме 7/24 (7 дней в неделю, 24 часа в сутки);
- достоверность информации;
- отсутствие необходимости в техническом сопровождении каналов связи (в случае использования каналов связи GPRS мобильных операторов);
- низкая абонентная плата за каналы связи;
- возможность резервирования каналов связи: использования цифрового канала связи GPRS альтернативного оператора (при необходимости, можно использовать проводные или волоконно-оптические линии связи);
- цена владения и простота обслуживания.