

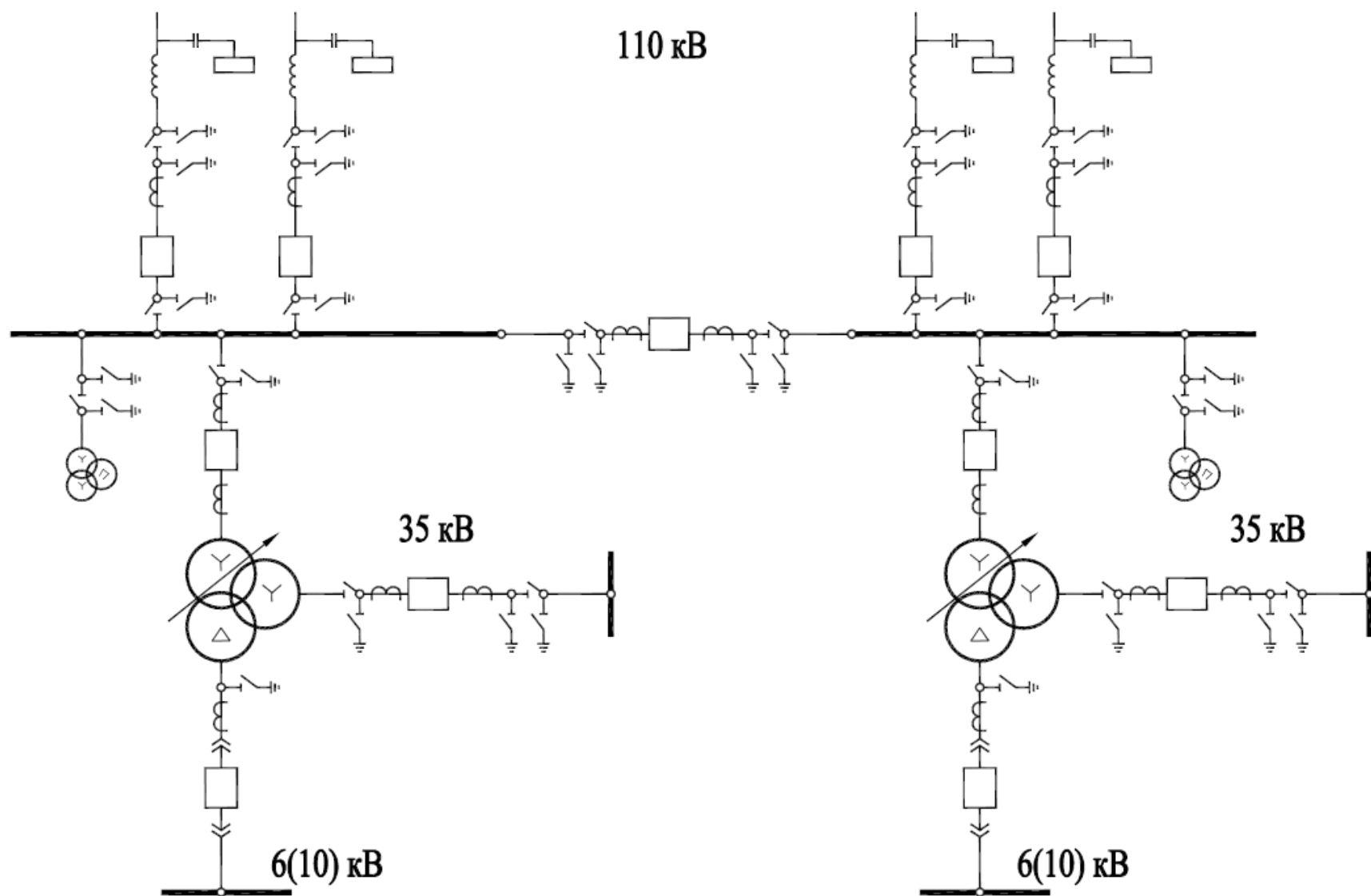
# Релейная защита и автоматика систем электроснабжения

Лекция № \_\_\_\_

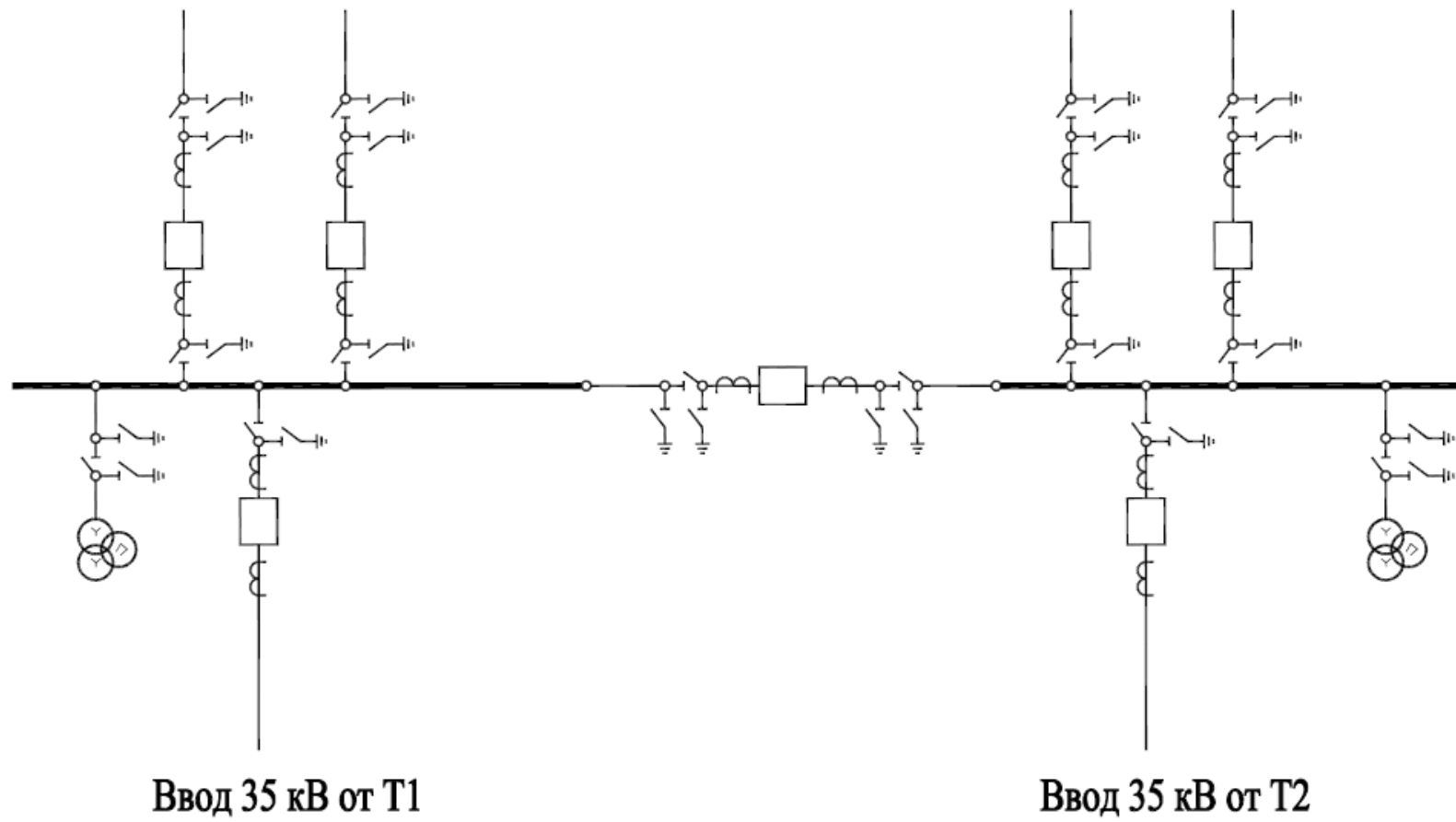
## Телемеханизация ПС 110 кВ. Основные понятия

Составил: Кузнецов Д. Б.

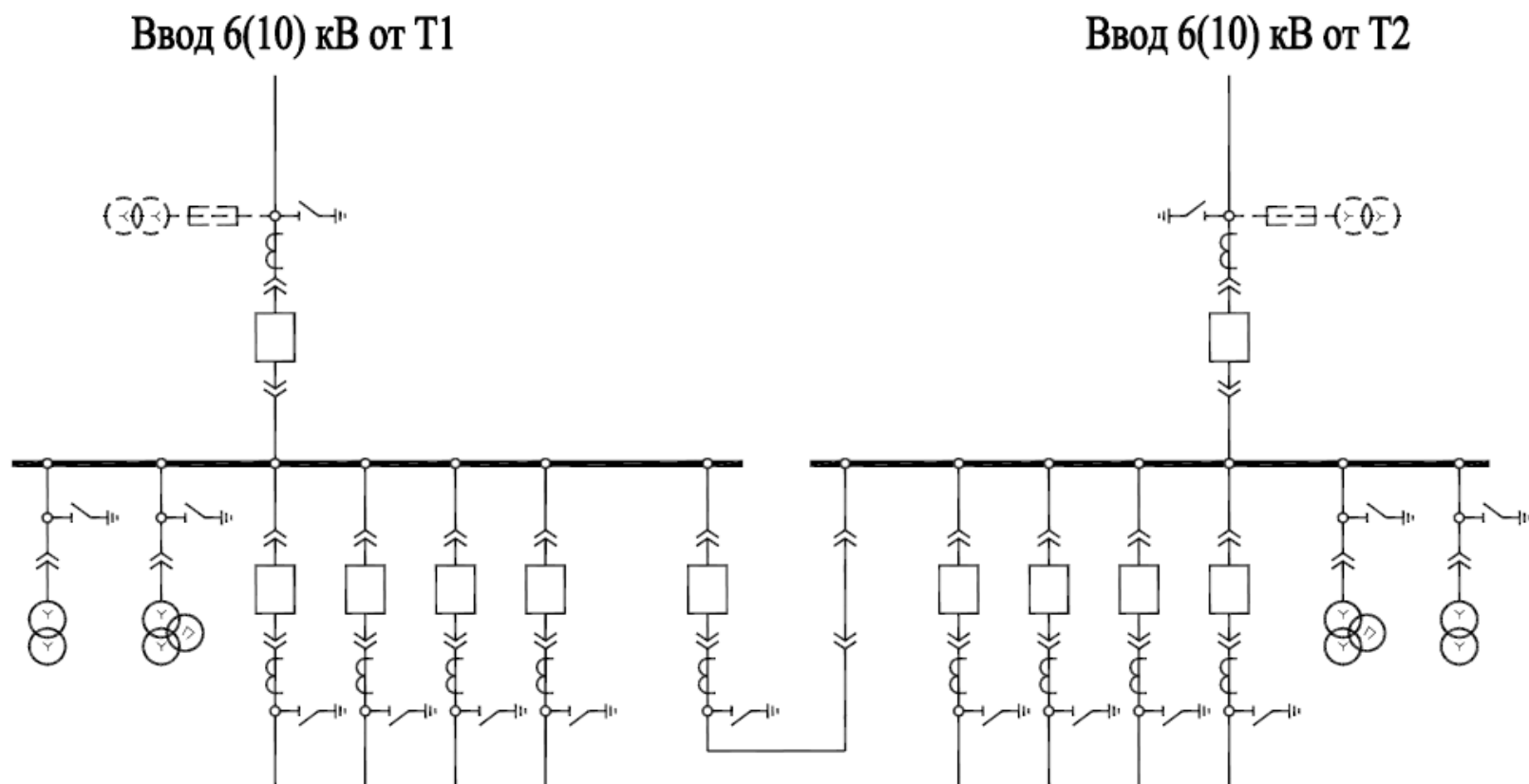




## ОРУ 35 кВ



# ЗРУ 6(10) кВ



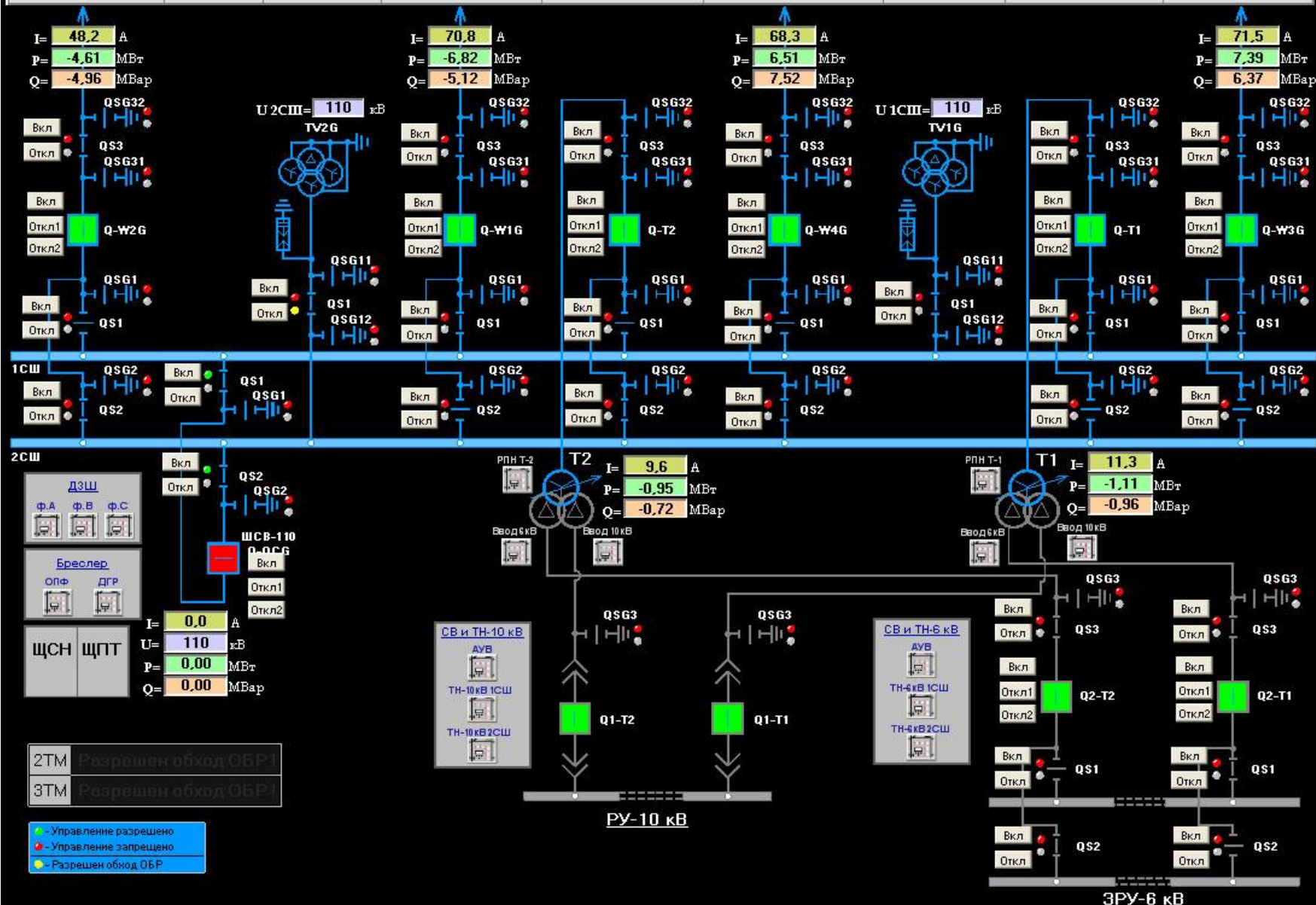
**Телемеханизация** позволяет собирать, передавать информацию о функционировании объектов электрической сети, а также передавать команды диспетчерского управления обозначенным объектам. Для организации телемеханизации используются устройства телемеханики, которые в комплексе с каналами связи формируют систему телемеханики.

Благодаря телемеханизации достигается ряд эффектов:

- улучшается общая надёжность энергосистемы и повышается качество обслуживания потребителей;
- значительно улучшается уровень оперативно-диспетчерского реагирования и управления;
- оперативное управление схемой электросети посредством дистанционного управления коммутационным оборудованием (ВВ, МВ) подстанций;
- уменьшается время готовности оборудования при оперативном реагировании на возникшие аварийные ситуации;
- снижаются эксплуатационные затраты, которые связаны с мониторингом оборудования электросетей;
- осуществляется анализ энергопотребления электроэнергии за отчётные периоды времени; реализуется дальнейшая модернизация комплексов телемеханики и диспетчеризации на базе общесистемного подхода.



ВЛ-110 кВ Перекол-Кировская	ШСВ-110 кВ	ТН2-110 кВ	ВЛ-110 кВ Перекол-Щегловская	Трансформатор Т-2	ВЛ-110 кВ Тула-Перекол II	ТН1-110 кВ	Трансформатор Т-1	ВЛ-110 кВ Тула-Перекол I
W2G	QCG	TV2G	W1G	T2	W4G	TV1G	T1	W3G
СЭТ ДЗЛ АУВ ВЧ	SATEC АУВ		СЭТ ДЗЛ АУВ ВЧ	СЭТ АУВ Защита Т-2	СЭТ АУВ ВЧ		СЭТ АУВ Защита Т-1	СЭТ АУВ ВЧ



### **Возможности комплексов телемеханики:**

- выполнение команд телеуправления, телесигнализации и телеизмерений;
- использование web-интерфейса для публикации отчётов; установление прав пользователям и их авторизация;
- использование каналов связи сетей GSM CSD/GPRS, Ethernet 10/100, телефонных линий, радиоканалов;
- мониторинг функциональности и исправности электрооборудования, а также каналов связи;
- энергетический учёт по всем ячейкам и в отдельности;
- уведомление оператора об аварийных ситуациях либо других значимых событиях;
- навигация по мнемосхемам, структуре комплекса;
- вывод станционных параметров (общая мощность, напряжение системы шин и т.п.), и телесигналов (охрана, авария и пр.);
- телесигналы ячейки (Опер. Ток, МТЗ, положение МВ, З.З. и др.);

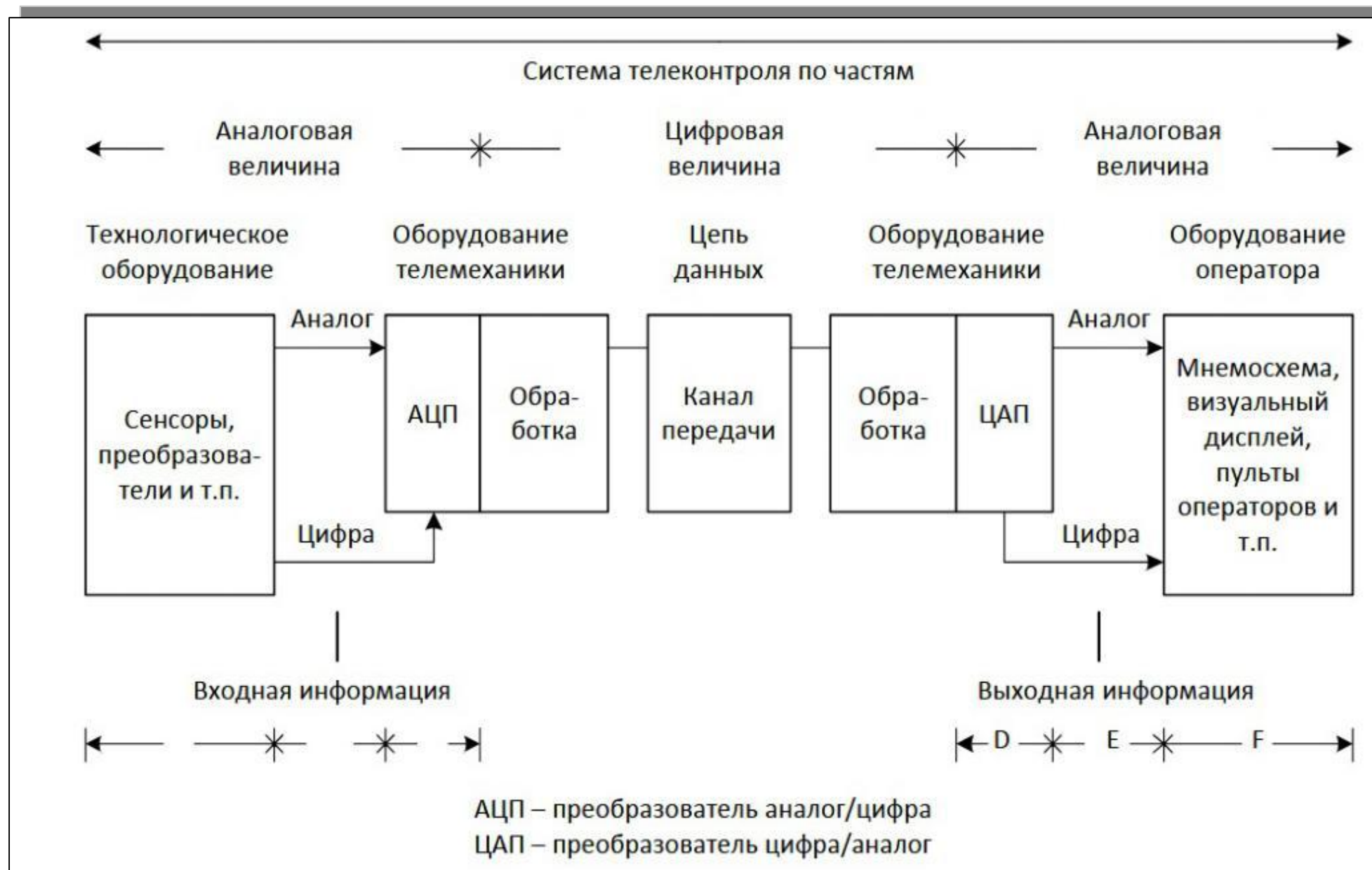


- измерение параметров ячеек (энергия, мощность, ток и пр.);
- полное предоставление отчёта диспетчеру по функционированию подстанций, их отдельным ячейкам, а также по всей системе в целом.

Подстанции по праву обслуживания разделяют на группы: А, Б, В. К А группе относятся подстанции, не имеющие персонала, обзор которых полностью вынесен на централизованное обслуживание. Также к таким подстанциям обеспечивается комфортный и быстрый подъезд выездного персонала не позднее 1 часа для проведения ремонтных работ, ликвидации нарушений, аварий, осуществления надзора, переключения.

В группу Б и В входят подстанции, которые имеют местный обслуживающий персонал. Ремонт и эксплуатация подстанций группы Б реализуются в дневное время, а устранение аварий и нарушений по мере необходимости. Для подстанций группы В, работы и надзор производятся в определённое время суток, а персонал проживает поблизости от подстанции. Вызываемый человек должен иметь возможность добраться не позднее 15 минут после срабатывания сигнализации на подстанции.

Подстанции группы В не рекомендуется телемеханизировать. Для подстанций групп А и Б может применяться телемеханизация в случаях, когда по условиям функционирования есть необходимость бесперебойного снабжения потребителей и частых оперативных переключений выключателей.



Телемеханика в электроэнергетике – это сложная система, к которой предъявляются особые требования по ряду характеристик. На текущий момент в основу положены следующие позиции:

- Безотказность. Способность оборудования выполнять поставленные перед ней задачи при определенных условиях и в заданный период. Нормирование связывается со средним временем между отказами и выражается в часах. Существуют 3 класса по безотказности.
- Готовность. Представленная позиция характеризуется способностью выполнять телемеханикой поставленные перед ней задачи. Выражается вероятностной величиной, находящейся как отношение времени работы к времени работы с учетом простоев.
- Ремонтопригодность. Это возможность восстановления работоспособности оборудования при обнаружении отказа. Характеристика выражается величиной среднего времени на ремонт телемеханики.
- Защищенность. Указанное требование дополняет описанное выше и проявляется через способность избегать неконтролируемую или опасную ситуацию.

- Достоверность. Данная характеристика во многом определяет эффективность средств телемеханики. Некоторые ошибки могут приводить к неправильному измерению, что влияет на работу оборудования и принятие решений обслуживающего персонала.

## **Телесигнализация, телеуправление и телеизмерение.**

**Телесигнализация (ТС).** Предполагает передачу на расстояние дискретной информации о состоянии контролируемого объекта (например, открыто-закрыто, включено-отключено) и представления ее в виде, наиболее удобном для непосредственного восприятия оператором (например, в виде мнемосхемы) и хранения текущего состояния в цифровой базе данных компьютера.

Должны предусматриваться следующие показания:

— положения всех телеуправляемых объектов;

— положения отдельных крупных токоприемников, существенно влияющих на распределение мощности, которые по характеру эксплуатации должны управляться с места, т. е. из цеха;

— положения нетелеуправляемых высоковольтных выключателей на вводах, а также секционных, шиносоединительных и обходных выключателей, выключателей силовых трансформаторов и других высоковольтных электроприемников, которые по характеру эксплуатации находятся в ведении цеха электроснабжения;

— положения отделителей на вводах при напряжении 110 кВ и выше.

Кроме того, как правило, предусматриваются:



- общий сигнал с контролируемого пункта (КП) об аварийном отключении любого выключателя;
- общий сигнал с КП об отключении теле управляемого выключателя линии, трансформатора или ртутно-выпрямительного агрегата от внутренних повреждений, например, при действии газовой или дифференциальной защиты трансформатора и т. п.;
- общий сигнал с каждой головной подстанции о замыкании на землю в сетях высшего напряжения;
- общий сигнал о неисправностях на КП, извещающий о недопустимом изменении температуры в отапливаемых помещениях, о замыкании на землю и исчезновении напряжения в цепях оперативного тока, о повреждении в цепях трансформаторов напряжения. о переключении питания цепей телемеханики на резервный источник и т. п.;
- сигнал о неисправности каждого телеуправляемого трансформатора или выпрямительного агрегата, получаемый, например при перегрузке, перегреве или при срабатывании первой ступени газовой защиты; при этом сигнал о работе защиты от перегрузки, если она не действует на отключение, должен, как правило, выполняться с самовозвратом;

- сигнал о возникновении пожара (при появлении дыма) на необслуживаемых объектах:
- сигнал об открывании дверей на необслуживаемых объектах.

**Телеуправление** - выдача команд управления (ТУ) на выключатели ячеек ЗРУ-6кВ, ЗРУ-10кВ, КРУ-10кВ и присоединений ОРУ-110кВ, ОРУ-220кВ, ЗРУ-110кВ.

ТУ характеризуется оперативностью работы, что существенно повышает надежность электрического снабжения потребителей. Также сохраняются критерии безопасности, которые необходимы при использовании электроэнергии.

Прежде чем осуществить присоединение по ТУ диспетчер обязательно должен учесть состояние выключателя на удаленной подстанции (включен/выключен). Это может быть выполнено двумя путями: при помощи защиты от аварии автоматикой повторного включения (АПВ) или же оперативным персоналом, который имеет специальный допуск к работе на подстанцию.

Прежде, чем осуществить коммутацию схемы, необходимо в любом случае выполнить все требования к безопасности и собрать информацию у персонала о состоянии схемы и готовности ее включения в нагрузку. Команды передаются через две ступени:

- подготовительная;
- исполнительная.

Благодаря такому двухуровневому процессу снижается вероятность возникновения ошибок. Диспетчер имеет возможность проверить введенные данные (адрес и действие) до отправки сигнала передатчиком. Все командные действия системы телеуправления характеризуются определенным положением исполнительных органов на подстанции. Данное положение подтверждается посредством телесигнализации и принимается диспетчером. Команда от телесигнализации будет подаваться до тех пор, пока не будет подтвержден акт приема-передачи (квитирование).

Что такое квитирование?

Это операция, которая выполняется оператором, контролирующим поступающие на пульт сигналы, с целью подтверждения приема сигнала и его дальнейшей фиксации на мнемосхеме. Если на мнемосхему сигнал поступает вновь, то это говорит об изменениях состояния объекта контроля. Например, это отображается частым миганием светосигнальной аппаратуры. Также повторное поступление сигнала говорит о несоответствии положения прибора сигнала состоянию контролируемого объекта.

Результатом квитирования является занятие сигнальным прибором того места, которое соответствует действительному состоянию объекта контроля.

Квитирование бывает двух видов:

индивидуальное квитирование, т.е. применение индивидуальных ключей;

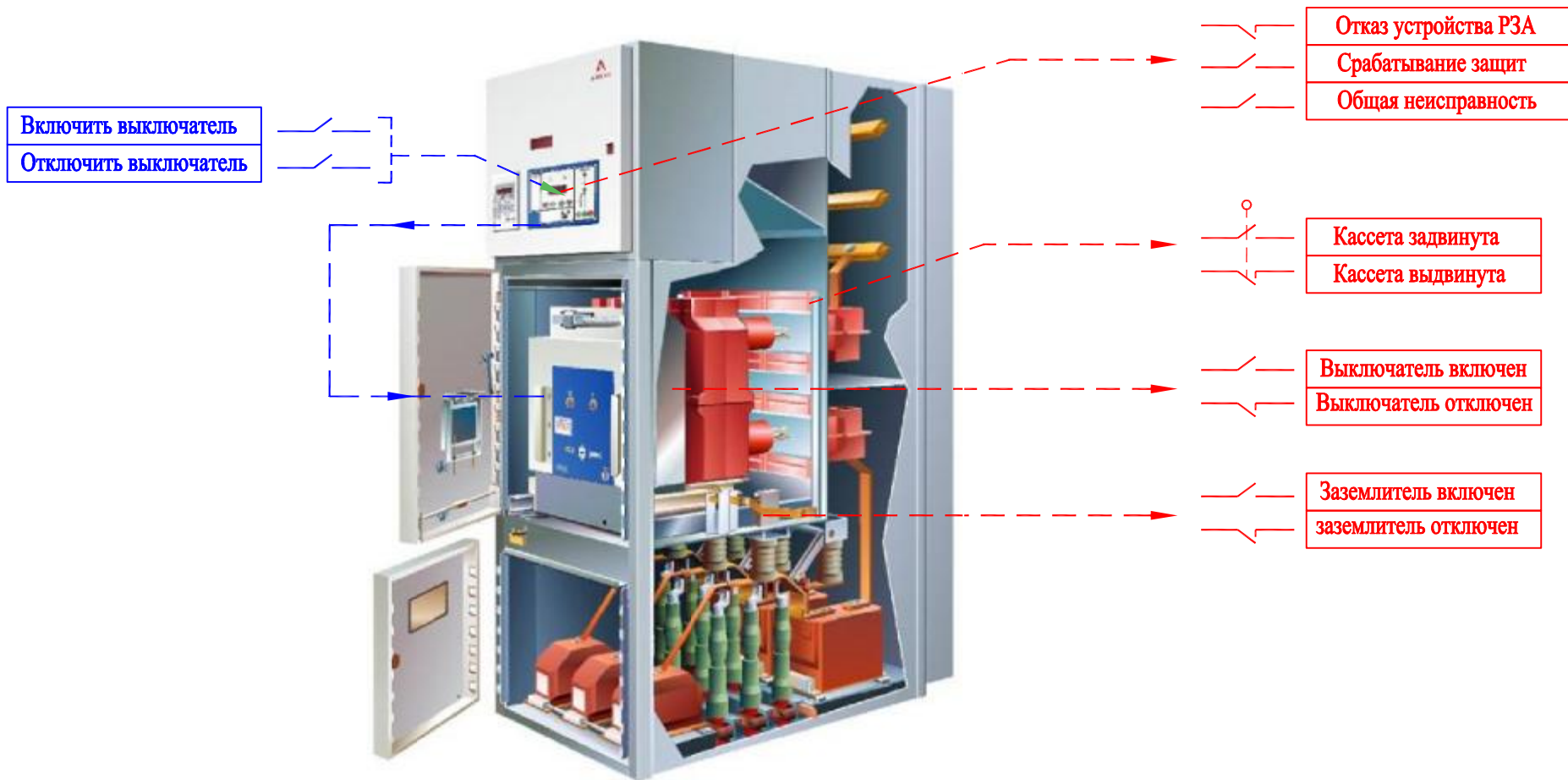
общее квитирование, т.е. используется одна общая квитирующая кнопка.

В общем квитировании все зависит от комплекта квитирующих реле.

Существуют ситуации, когда команда системы телеуправления не может быть выполнена. В основе этого лежат различные причины. Система телеуправления в таком случае не должна сохранять данную команду и, соответственно, не допускать ее дублирования.

Последующие действия должны проводиться лишь после полной проверки объекта и его функционирования.

## Телесигнализация и телеуправление ячейки КРУ 6(10) кВ



# Телесигнализация и телеуправление выключателя 110 кВ



Выключатель на ОРУ 110 кВ

Выключатель включен  
Выключатель отключен

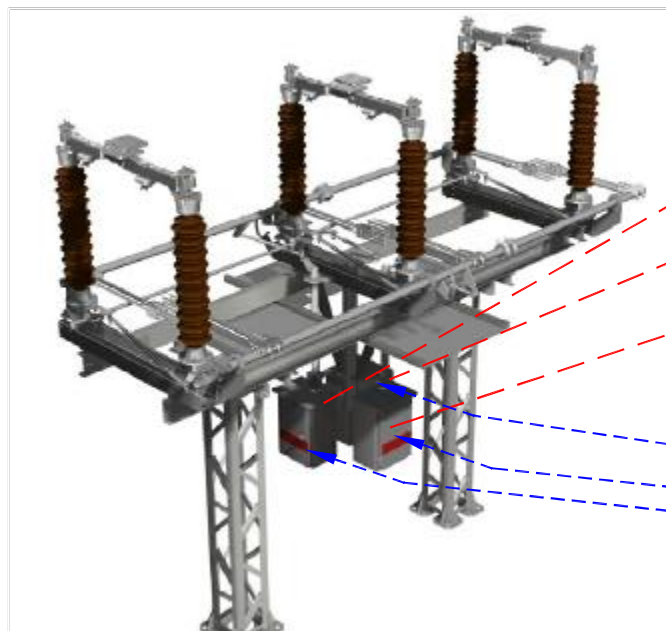
Выключить выключатель  
Отключить выключатель



Шкаф защит и управления в ОПУ



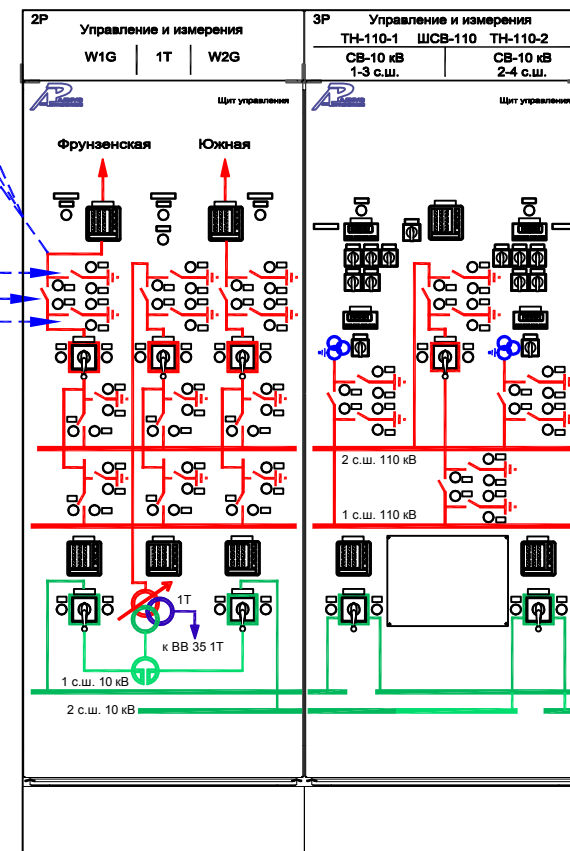
# Телесигнализация и телеуправление разъединителя 110 кВ



Разъединитель с двумя  
заземляющими ножами на ОРУ 110 кВ

- ☐ Заземляющие ножи №1 включены
- ☐ Заземляющие ножи №1 отключены
- ☐ Главные ножи включены
- ☐ Главные ножи отключены
- ☐ Заземляющие ножи №2 включены
- ☐ Заземляющие ножи №2 отключены

- ☐ Включить заземляющие ножи №1
- ☐ Отключить заземляющие ножи №1
- ☐ Включить главные ножи
- ☐ Отключить главные ножи
- ☐ Включить заземляющие ножи №2
- ☐ Отключить заземляющие ножи №2



Фрагмент ГЩУ в ОРУ

# Телесигнализация щита постоянного тока

Агрегат управления оперативным током

Шкаф аккумуляторной батареи



Отказ АУОТ

Авария АБ

## Телесигнализация щита собственных нужд



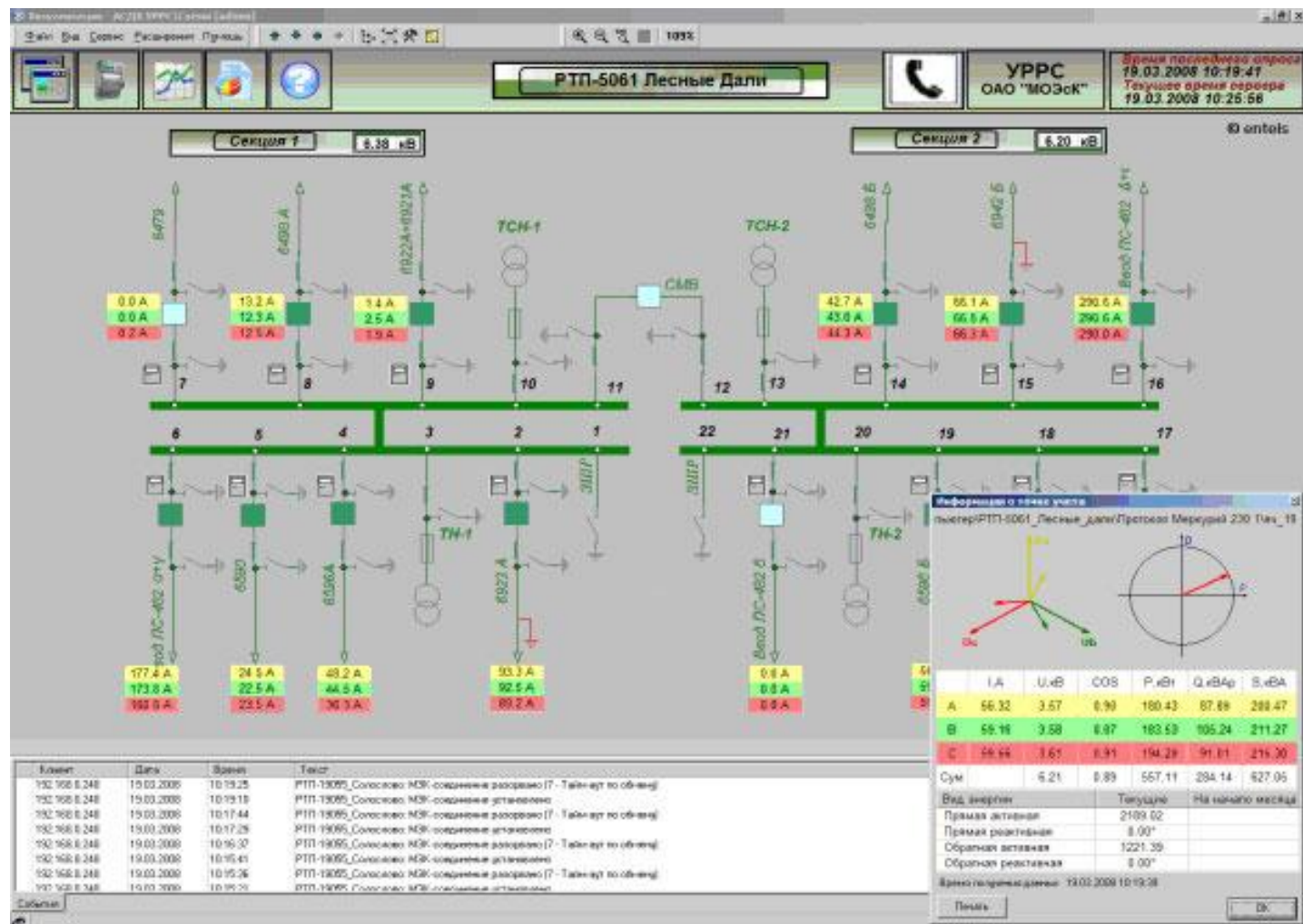
Контроль напряжения на 1 с.ш. ~380В

Контроль напряжения на 2 с.ш. ~380В

**Телеизмерения (ТИ)** должны обеспечить возможность замера основных параметров, отражающих работу системы электроснабжения, необходимых для правильного оперативного управления системой и для локализации и ликвидации аварий.

Рекомендуется следующий объем измерений с необходимыми коррективами на местные условия:

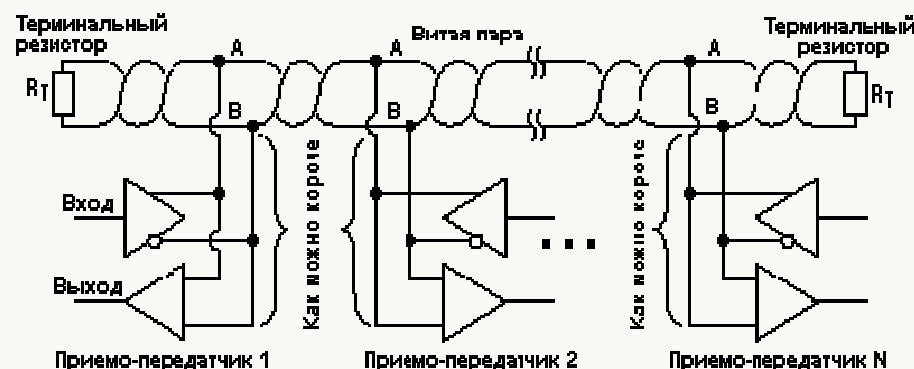
- напряжения на головных линиях или на шинах пунктов приема электроэнергии;
- тока на одном из концов линий между подстанциями, если по режиму работы эти линии могут перегружаться;
- тока на телеуправляемых трансформаторах и преобразовательных агрегатах при необходимости осуществления режимных переключений;
- суммарной мощности, получаемой от отдельных источников питания.



## Порядок обмена данными между устройствами по RS-485.

Все устройства, объединяемые интерфейсом RS-485, имеют всего два клеммы: «А» и «В». Для подключения к общей сети эти клеммы соединяются в параллельную цепь. Для этого от одного устройства к другому прокладывается цепочка кабелей.

При этом возникает необходимость упорядочить обмен данными между устройствами, установив очередность передачи и приема, а также – формат пересылаемых данных. Для этого служит специальная инструкция, называемая протоколом. Протоколов обмена данными по интерфейсу RS-485 существует много, наиболее часто используемый – Modbus.





**Устройство сбора и передачи данных (УСПД)** представляет собой микропроцессорный контроллер, используемый для сбора информации от группы приборов учета и измерения электроэнергии или других энергоресурсов по стандартным интерфейсам, накопления и передачи на верхние уровни при помощи каналов GSM\GPRS, а также обратной передачи к приборам учета верхнего уровня.

#### ВАРИАНТЫ ИСПОЛНЕНИЯ



УСПД.248

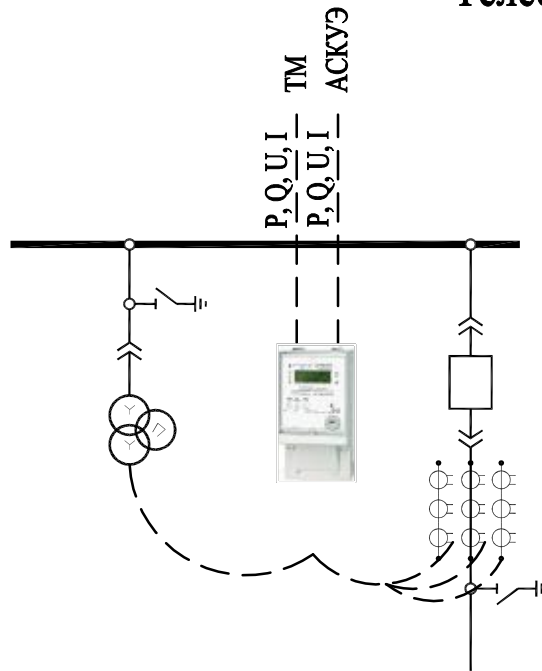


УСПД.280



УСПД.281

# Телесизмерения в ячейках ЗРУ 6(10) кВ



RS-485

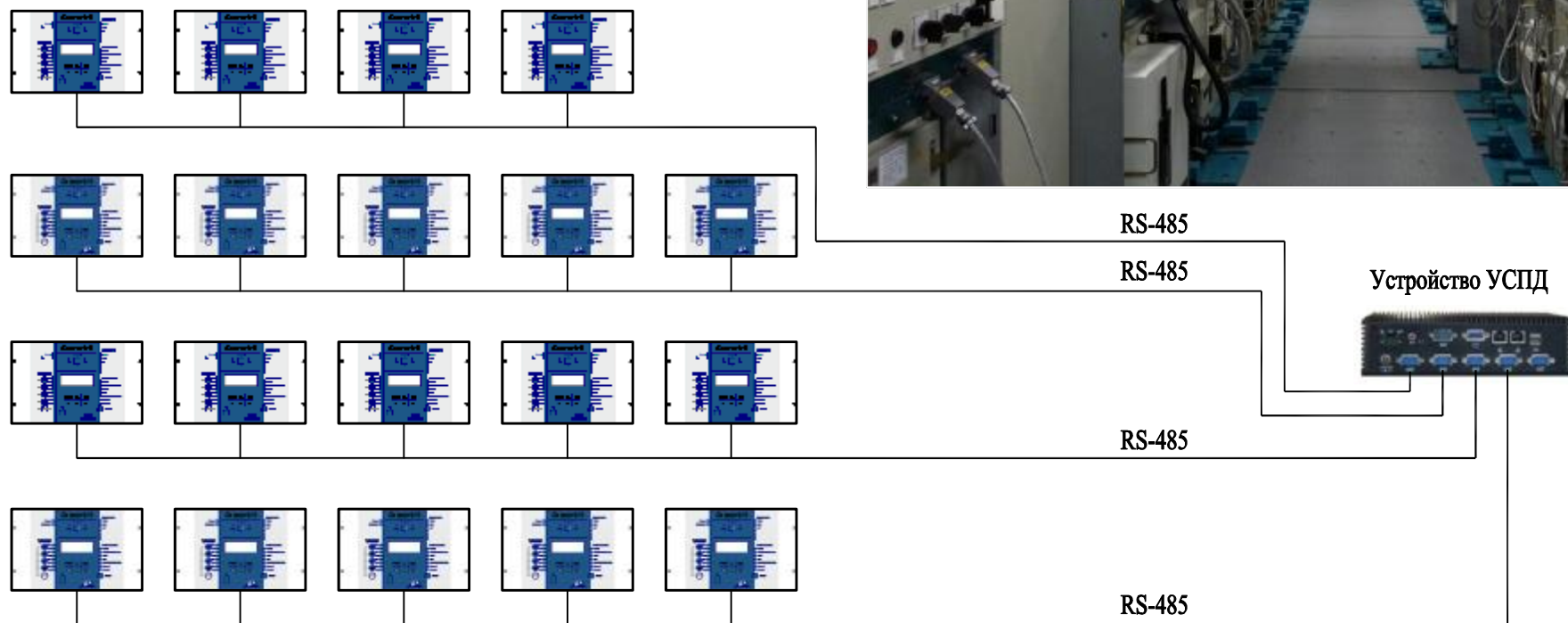
Устройство УСПД

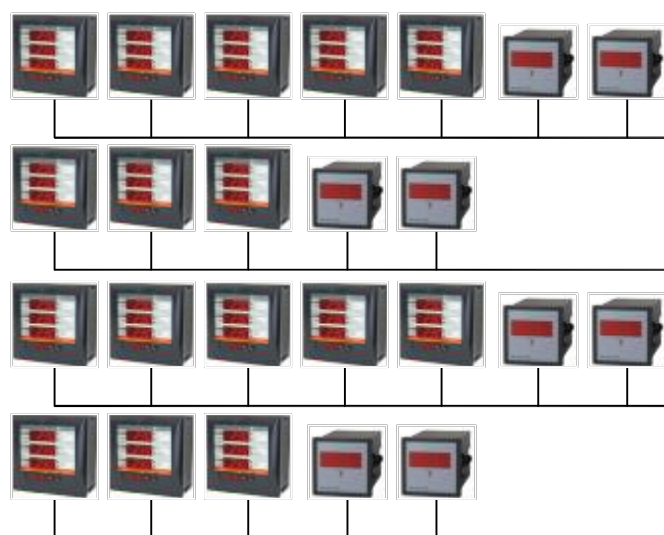
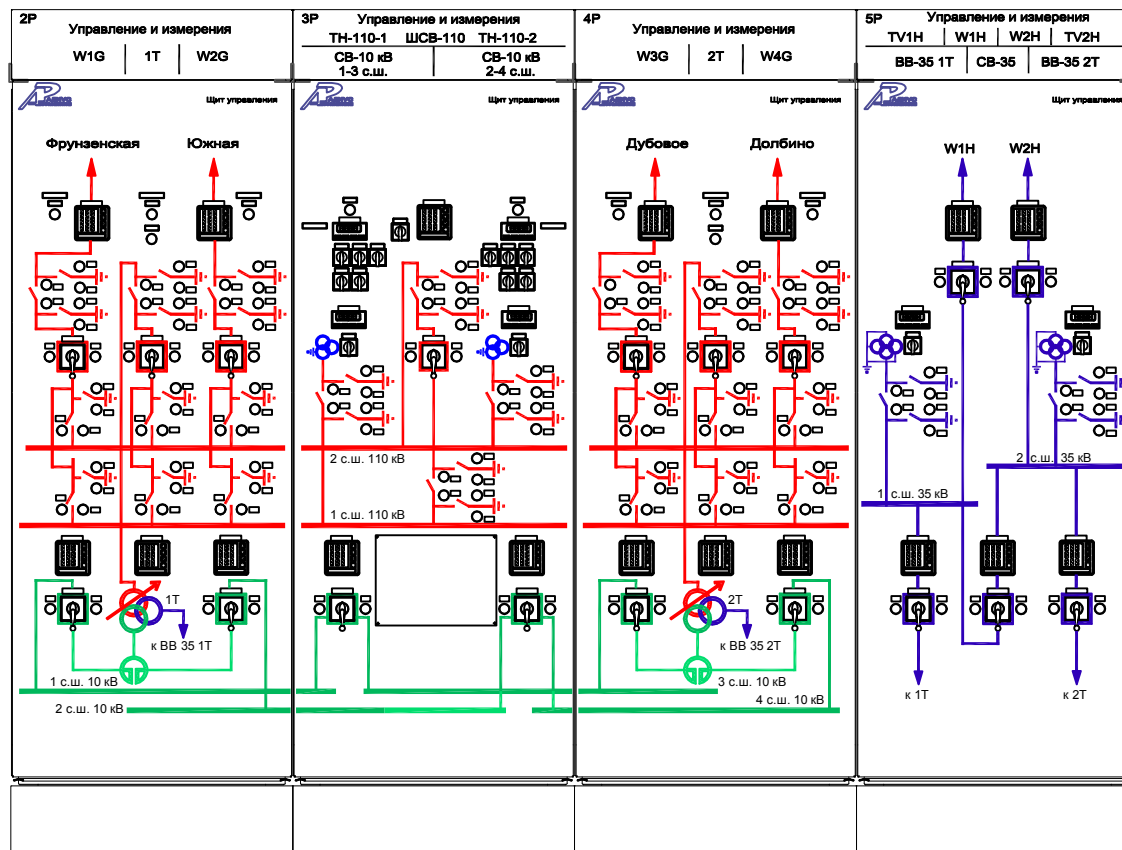
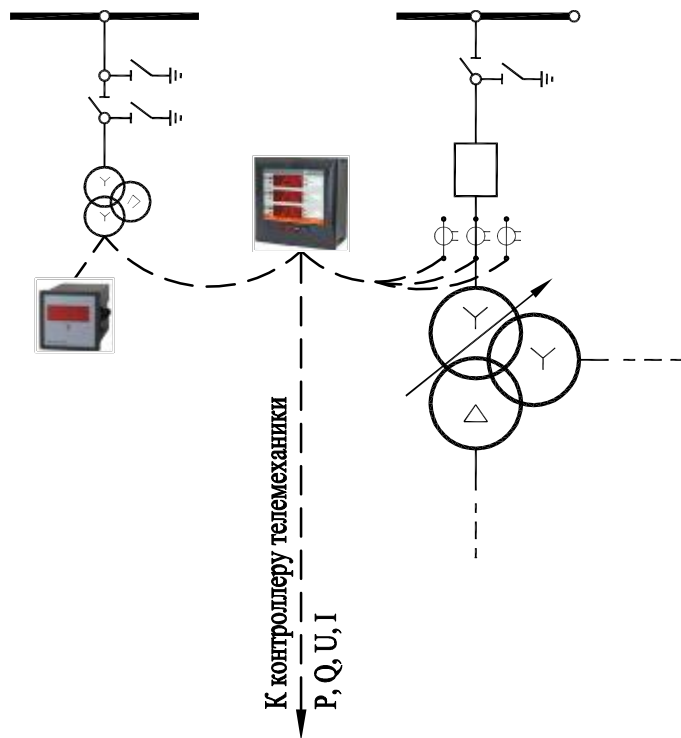


RS-485

RS-485

# Сбор информационных сигналов состояния терминалов в ячейках ЗРУ 6(10) кВ





# Сбор информационных сигналов состояния терминалов в шкафах РЗА в ОПУ





# Сбор информационных сигналов состояния силовых трансформаторов

## Система мониторинга и диагностики силовых трансформаторов

Силовые трансформаторы должны быть укомплектованы полным набором первичных датчиков и измерительных систем для съема следующих контролируемых параметров и выдачи данных в систему АСУ ТП:

- контроль перенапряжений по ГОСТ1516.3-96;
- контроль допустимых систематических и аварийных перегрузок согласно ГОСТ14209-97;
- контроль температуры наиболее нагретой точки обмотки (ГОСТ14209-97);
- контроль старения изоляции обмоток (ГОСТ 14209-97);
- контроль температуры масла трансформатора;
- контроль влагосодержания масла и твердой изоляции;
- контроль состояния системы охлаждения (ГОСТ 11677-85, РД34.45-51.300-97);
- контроль состояния изоляции высоковольтных вводов (РД34.45-51.300-97);
- контроль работы устройства РПН (продолжительность работы на текущей (каждой) отпайке, количество переключений общее, продолжительность переключения, момент (или ток) привода РПН, регистрация отказов типа «отказ в переключении», «застывание», «самоход», «потеря синхронизма»);
- контроль содержания газов, растворенных в масле;
- контроль уровня масла;
- контроль токов электродвигателей маслonaсосов и вентиляторов, количества пусков и отработанного ресурса.



Устройство УСПД



RS-485

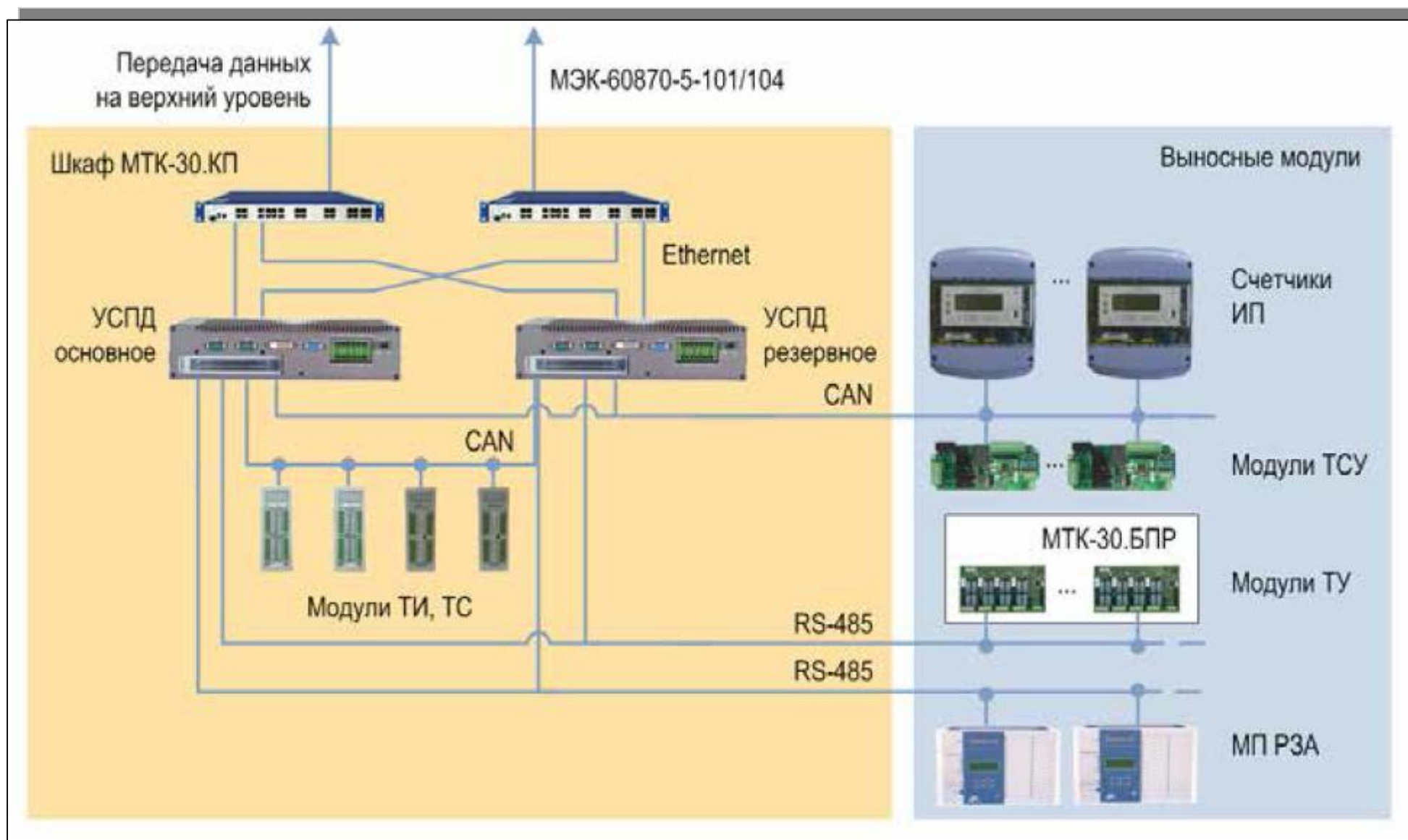


## Устройство телемеханики контролируемого пункта МТК-30.КП.

### Структура устройства

- устройство имеет распределенную структуру, состоит из совокупности модулей, связанных между собой шинами на основе интерфейсов RS 485, CAN и Ethernet;
- устройство сопрягается с каналами связи с использованием интерфейсов RS-232 (один или несколько), посредством специализированного многоканального адаптер, интерфейсов Ethernet;
- в качестве каналов связи допускается использованием ВЧ-каналов по ЛЭП, цифровых каналов, телефонных каналов, каналов сотовой связи (GSM, GPRS), радиоканалов.
- Основные функции:
  - ввод дискретных сигналов (ТС);
  - ввод аналоговых сигналов текущих телеизмерений (ТИТ);
  - вывод команд телеуправления (ТУ) объектами по командам, принимаемым от ЦППС или Сервера ТМ;
  - прием информации от измерительных преобразователей и/или счетчиков электроэнергии, приборов учета ресурсов, устройств релейной защиты;
  - синхронизация времени устройства:
    - посредством подключения к серверу точного времени с использованием NTP-протокола;
    - от спутниковых систем точного времени GPS/ГЛОНАСС;

- передача данных на верхний уровень по нескольким независимым каналам связи в различных ТМ-протоколах, в том числе в соответствии с МЭК 870-5-101/104;
- Состав и количество модулей определяют функциональность и информационную емкость устройства МТК-30.КП. В его состав входят следующие основные модули:
- устройство сбора и передачи данных;
- модули ввода дискретных сигналов;
- модули ввода текущих телеизмерений;
- конвертеры интерфейсов;
- модули телеуправления;
- многофункциональный цифровой измерительный преобразователь.



Архитектура устройства МТК 30.КП



*Центральный шкаф  
устройства МТК-30.КП  
(настенное исполнение)*



*Периферийный шкаф  
устройства МТК-30.КП  
(настенное исполнение)*



*Центральный шкаф  
устройства МТК-30.КП  
(напольное исполнение)*

## Варианты исполнения

## Модули телесигнализации



MTK-30.TC-16-02

Модули телесигнализации МТК-30.ТС-16-02 и МТК-30.ТС-16-05 обеспечивают ввод 16-ти дискретных сигналов типа «сухой контакт», производят регистрацию изменения состояния ТС с привязкой ко времени и формированием признаков достоверности, обеспечивают передачу пакета данных по шине CAN (МТК-30.ТС-16-02) или по Ethernet (МТК-30.ТС-16-05).

Модули снабжены встроенной энергонезависимой памятью, используемой для хранения текущих настроек и значений принятых ТС.



MTK-30.TC-16-

## МОДУЛЬ ТЕКУЩИХ ТЕЛЕИЗМЕРЕНИЙ

измерительных преобразователей с аналоговыми выходными сигналами (токовыми сигналами), преобразования аналоговых сигналов в цифровые коды и их передачи в УСПД по шине CAN.



Модуль имеет 16 индивидуально изолированных каналов, обеспечивается развязка входных цепей модуля от магистрали CAN и цепи питания 24В. Встроенное программное обеспечение позволяет идентифицировать модуль в информационной сети (по уникальному номеру) и передавать цифровые коды значений измеряемых параметров: по опросу от УСПД, периодически с заданным интервалом, по изменению значения измеряемого параметра.

Передача цифровых кодов величин измеряемых параметров

сопровождается метками времени.

Возможна работа модуля в режиме передачи информации при выходе за уставки.



## МОДУЛИ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ

Модуль телеуправления МТК-30.ТУ4 осуществляет коммутацию цепей управления 4-х двухпозиционных коммутационных аппаратов (масляный выключатель, вакуумный выключатель, элегазовый выключатель и т.п.) по командам с верхнего уровня (от УСПД), принимаемым по шине RS-485 (CAN).



МТК-30.ТУ4

Модули МТК-30.ТУ4 могут объединяться в блоки, поставляемые в виде отдельного устройства - блока промежуточных реле МТК-30.БПР. Количество каналов ТУ блока промежуточных реле определяется числом модулей МТК-30.ТУ4. Ниже представлен внешний вид блока промежуточных реле МТК-30.БПР-04 на 16 каналов ТУ.



МТК-30.БПР-04

## МОДУЛИ ТЕЛЕСИГНАЛИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ

Модуль МТК-30.ТСУ.081-01 предназначен для организации распределенного сбора телесигналов и формирования команд телеуправления.

Установка модуля на панелях ячеек комплектных распределительных устройств 6(10) кВ способствует уменьшению расхода кабельной продукции на сигнальные цепи.

Модуль обеспечивает:

- ввод 8-ми дискретных сигналов (ТС) от датчиков типа «сухой контакт» с привязкой к астрономическому времени;

- телеуправление (ТУ) одним коммутационным аппаратом по командам, принимаемым от УСПД;

- синхронизацию времени внутренних часов модуля с системным временем УСПД;

- буферирование ТС в случае занятости шины сопряжения с УСПД;

- передачу буферизованных ТС при освобождении шины.

Обмен данными с УСПД осуществляется по магистрали RS-485 (или CAN)





## ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПРОТОКОЛОВ

Преобразователь протоколов А-7В-21.3011 предназначен для преобразования потоков данных, поступающих в

устройство по двум портам RS-232 (485) согласно одному из

унаследованных протоколов телемеханики, их

преобразования в кадры и выдачу согласно стандарта МЭК 870-5-104 по Ethernet.

Преобразователь может выдавать по Ethernet «битовые» потоки

вводимых данных согласно унаследованному

протоколу телемеханики в ТСР-контейнерах.

Преобразователь одновременно поддерживает до 4 открытых логических соединений по Ethernet.



A-7B-21.3011

Программное обеспечение устройства МТК-30.КП представлено специализированной управляющей программой «Монитор РВ», функционирующей в среде ОС Linux, а также включает АРМ телемеханика и ряд сервисных программ.

ПО «Монитор РВ» имеет модульную структуру и включает в себя следующие подсистемы:

- . подсистему приема-передачи данных, которая обеспечивает информационный обмен по каналам связи по протоколам согласно ГОСТ Р МЭК 870-5-101-2006 и ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 и сбор информации от модулей ввода-вывода и внешних устройств, прием и выдачу команд в модули телеуправления по ГОСТ Р МЭК 60870-5-103-2005, CANex, Modbus и широкому спектру специализированных протоколов обмена устройств Меркурий-230, Протон, Протон-К, СЭТ-4ТМ.03, ПСЧ-3ТА, ЦЭ6850. Также подсистема обеспечивает прием и передачу телеинформации по открытому внутрифирменному протоколу SystelNet на базе TCP/IP и широкому спектру протоколов унаследованных систем телемеханики (Гранит, Компас, ТМ-512, ТМ-120 и др.);

- . подсистему первичной обработки данных, которая осуществляет допусковый контроль (контроль нахождения параметров в указанных пределах), дорасчет параметров по заданным алгоритмам, замену недостоверных параметров дублерами, блокировку выполнения

команд телеуправления в соответствии с заданными условиями;

- . подсистему архивирования, которая обеспечивает локальное хранение принимаемой информации с настраиваемой глубиной хранения,

передачу и просмотр информации из локального архива по запросу;

- . подсистему резервирования, которая обеспечивает работу в режиме «горячего» резервирования (при наличии соответствующих

аппаратных средств), прием и передачу телеинформации по основным и резервным каналам (основной и резервный каналы могут иметь

различные скорости и протоколы обмена информацией), буферирование телеинформации при пропадании каналов связи;

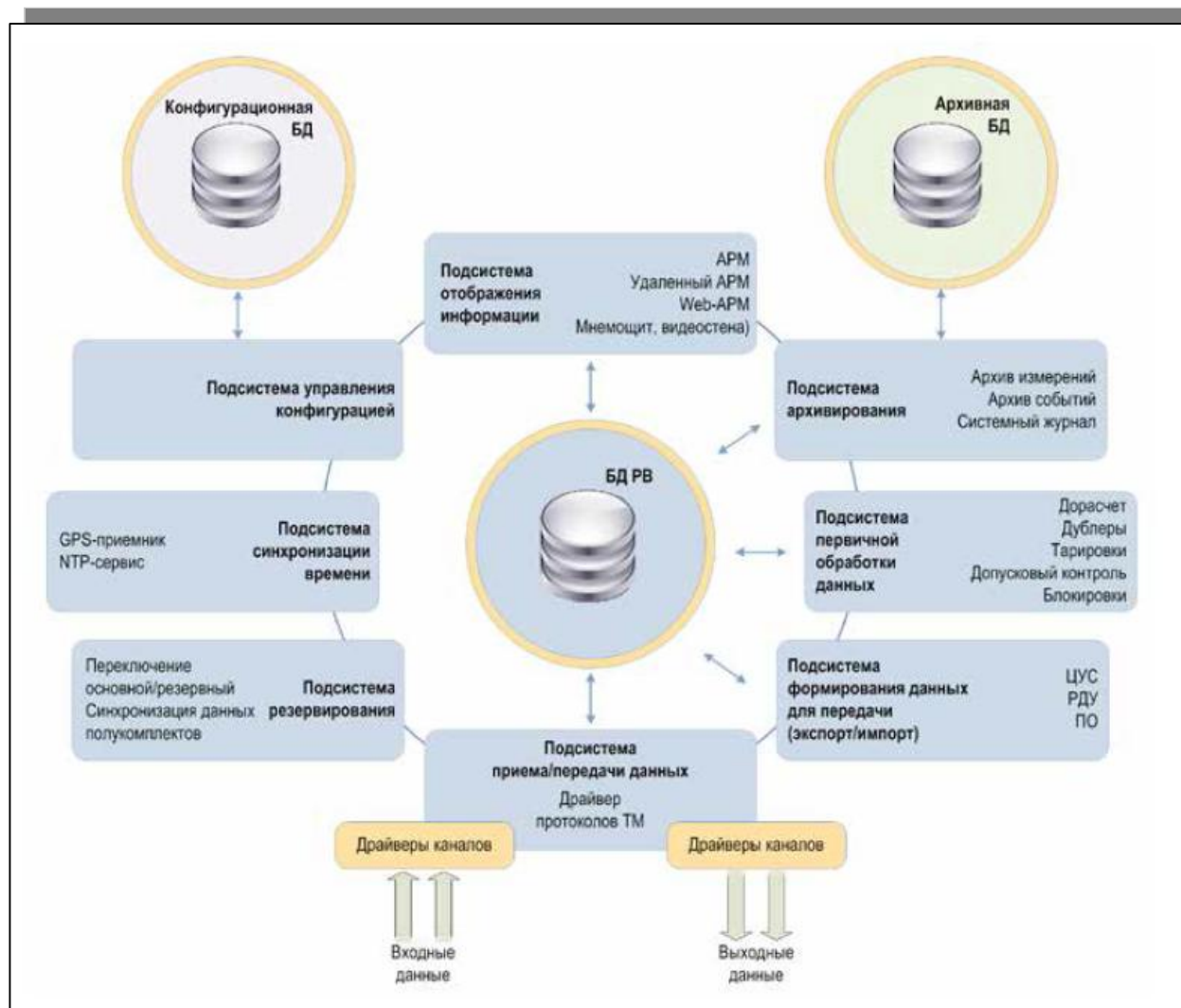
- . подсистему отображения, которая обеспечивает отображение телеинформации в реальном времени средствами АРМ Телемеханика,

удаленный интерфейс которого реализуется на основе встроенного Web-сервера;

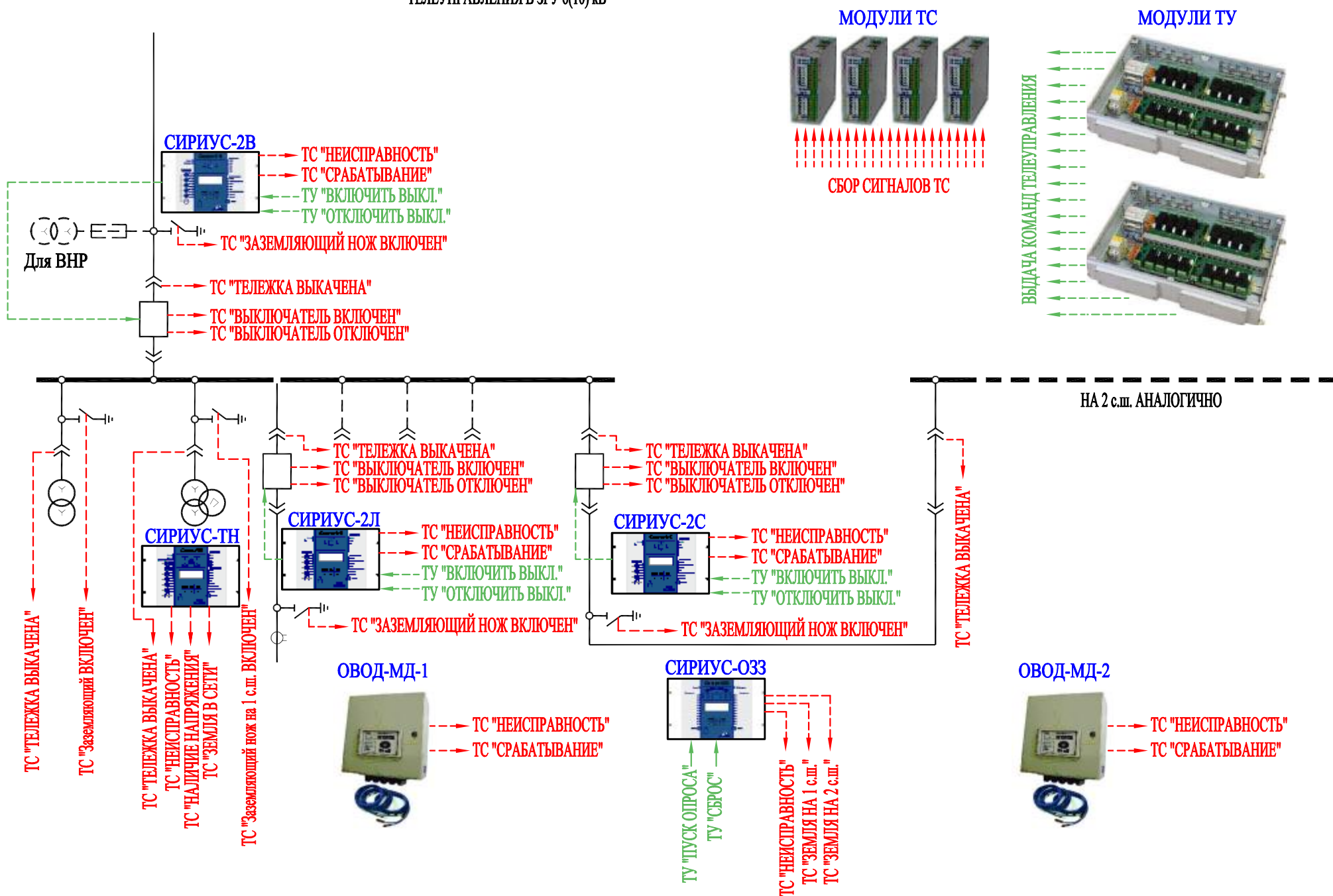
- . подсистему синхронизации времени, которая обеспечивает согласование (коррекцию) временной шкалы устройства с единым

астрономическим временем с использованием системы GPS/ГЛОНАСС, сервера точного времени с использованием протокола NTP или

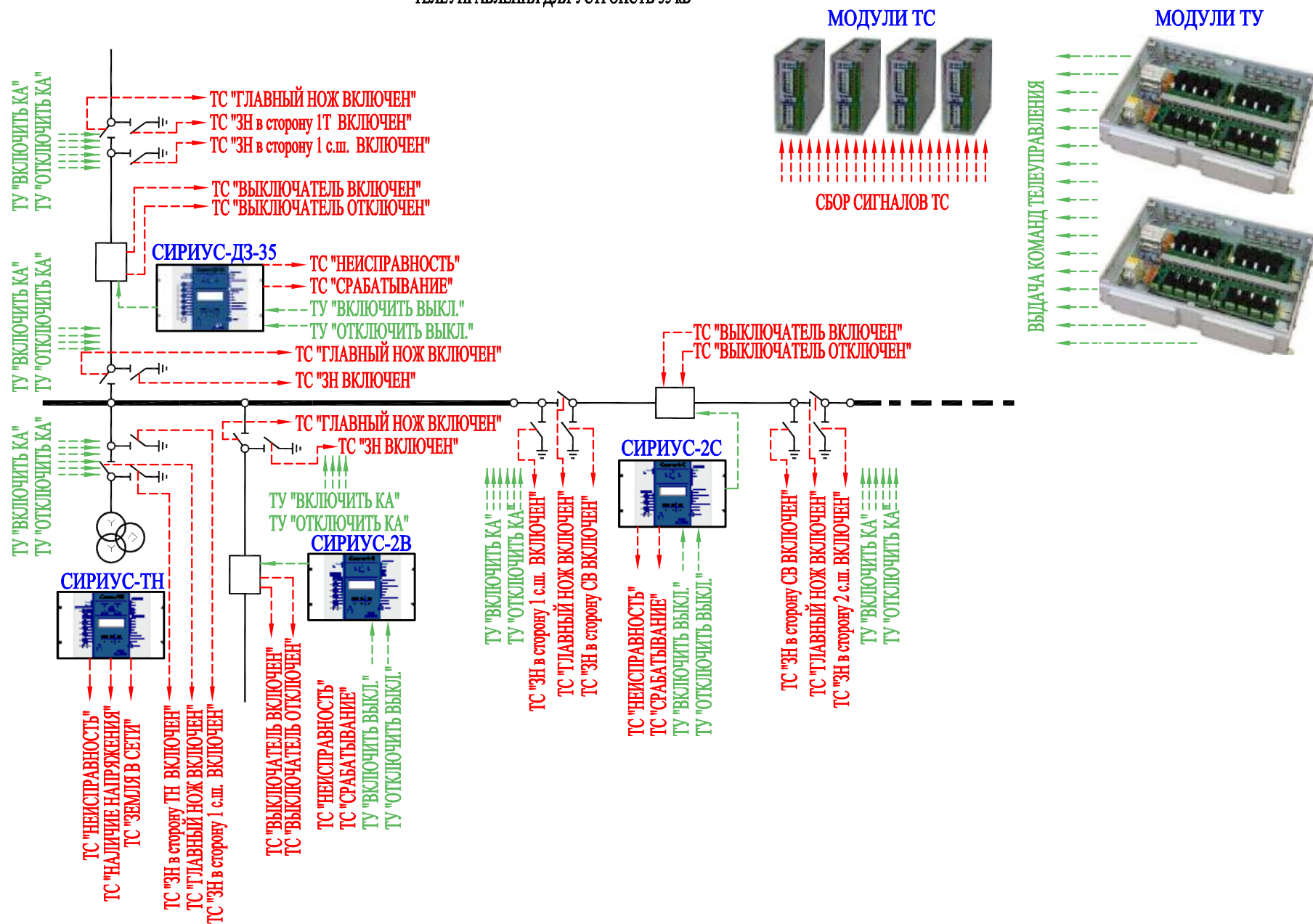
сервера ТМ с использованием протоколов обмена ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006 и модифицированных версий протокола Гранит.

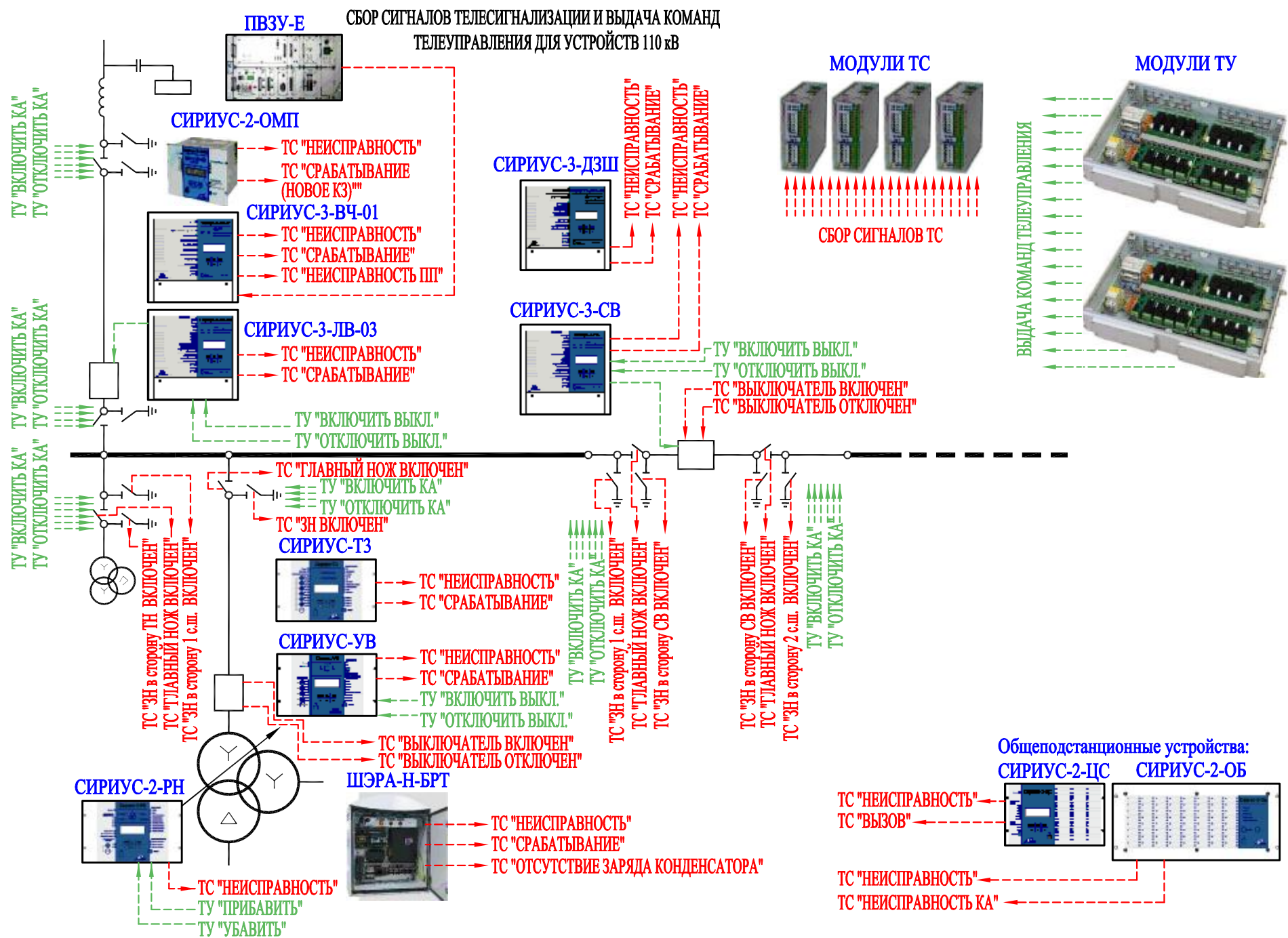


# СБОР СИГНАЛОВ ТЕЛЕСИГНАЛИЗАЦИИ И ВЫДАЧА КОМАНД ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ В ЗРУ 6(10) кВ



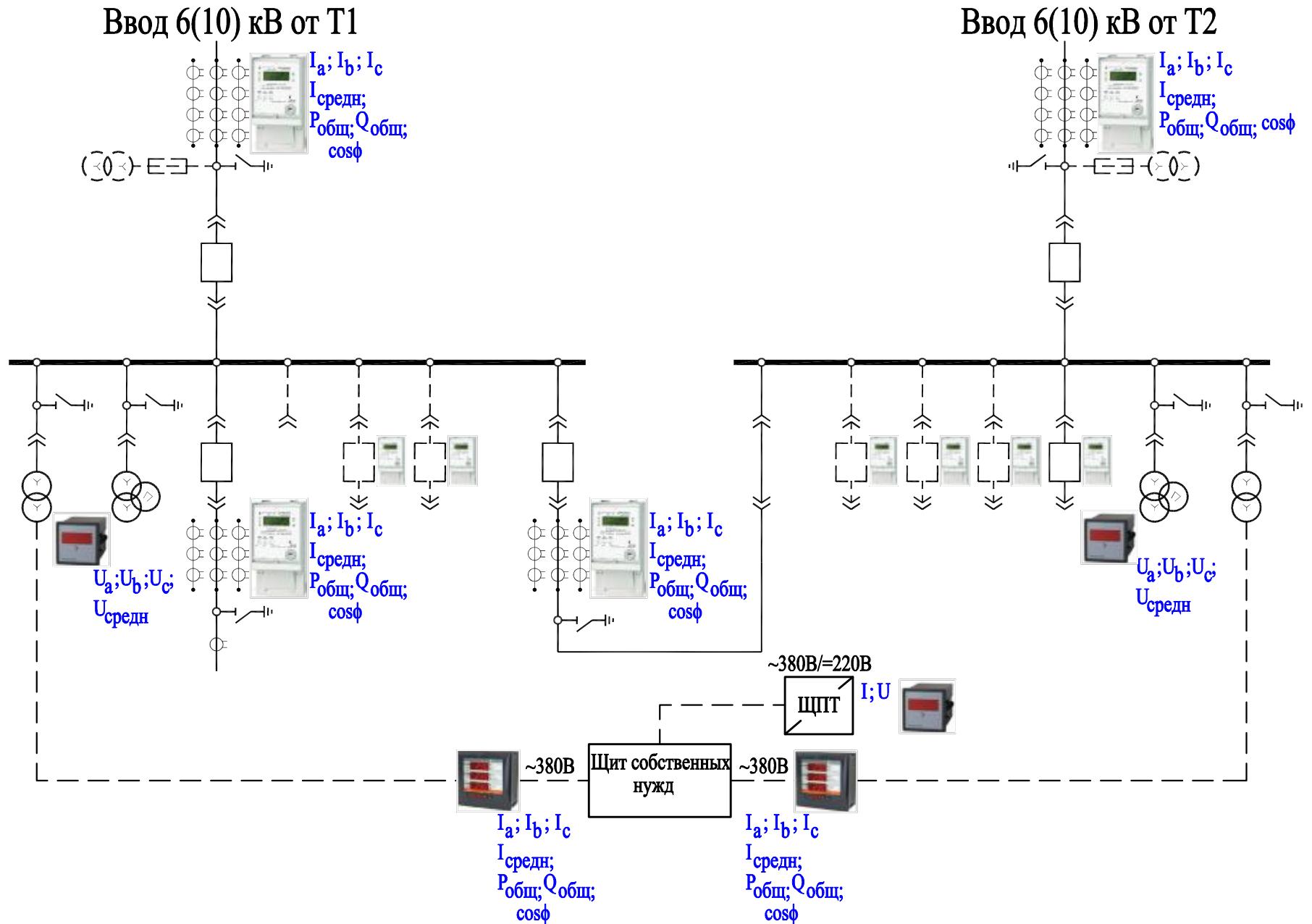
# СБОР СИГНАЛОВ ТЕЛЕСИГНАЛИЗАЦИИ И ВЫДАЧА КОМАНД ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ УСТРОЙСТВ 35 кВ





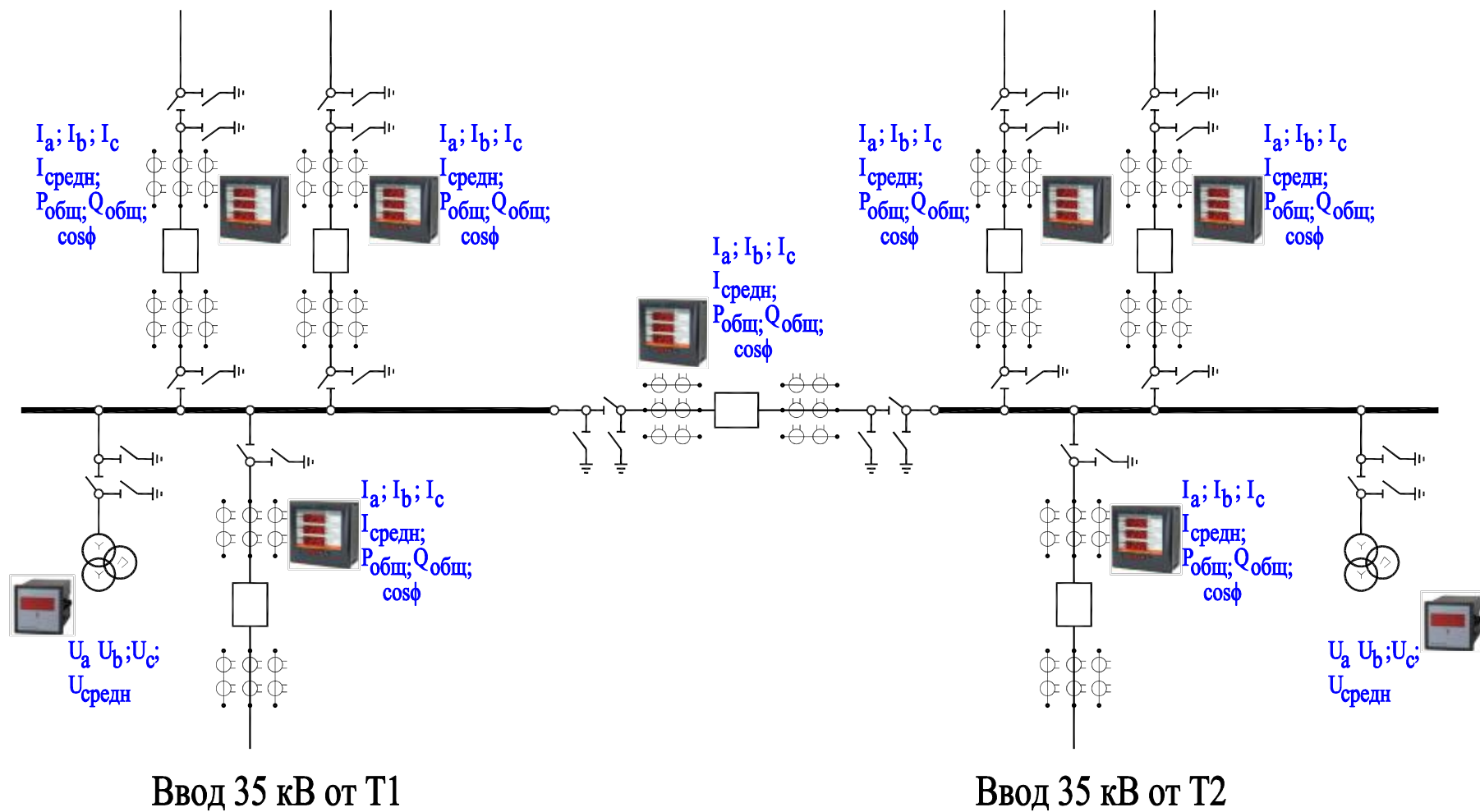


## Размещение аппаратуры телеизмерения в ЗРУ 6(10) кВ в ИСН и ИПТ

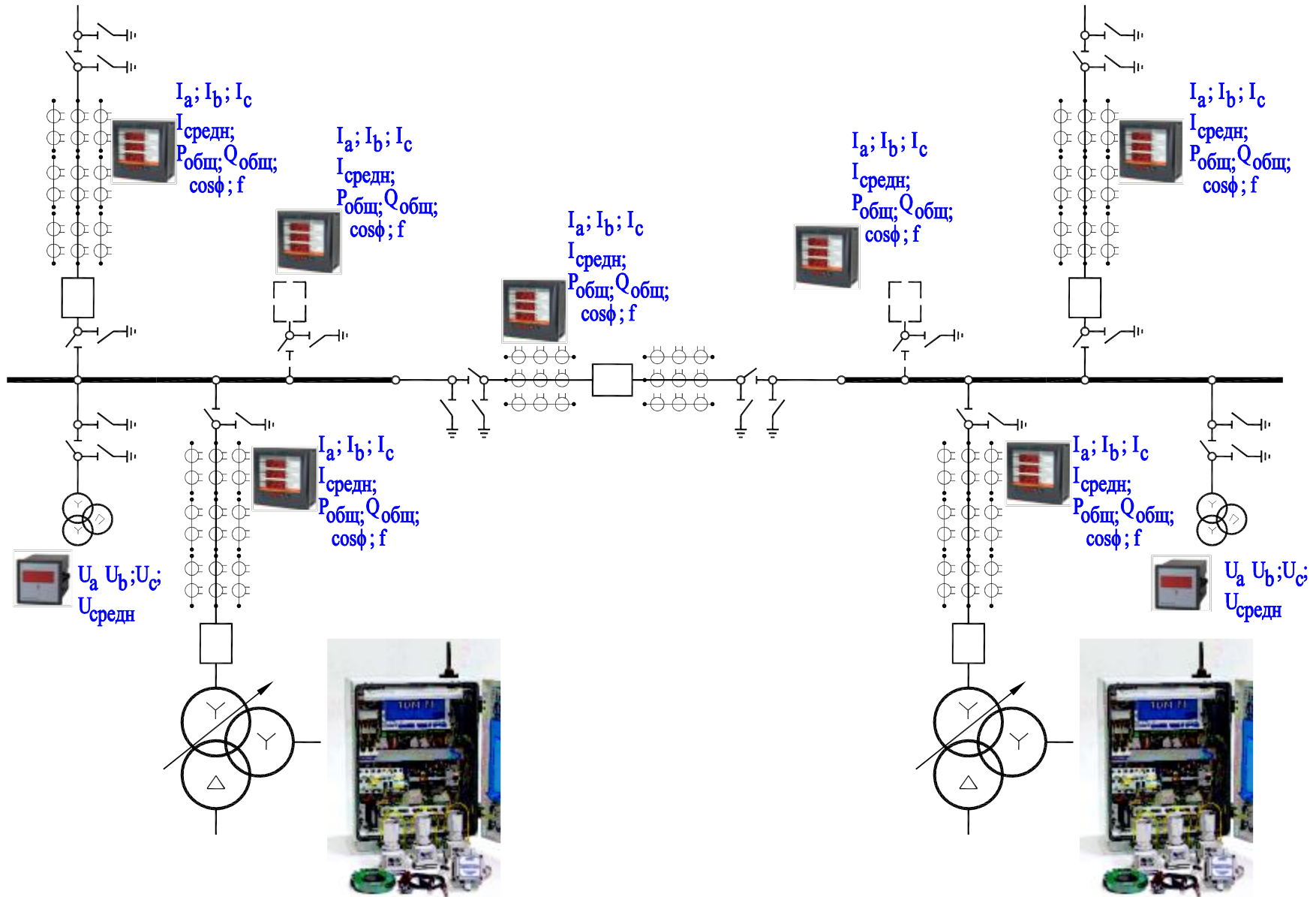




# Размещение аппаратуры телеизмерения присоединений 35 кВ



# Размещение аппаратуры телеизмерения присоединений 110 кВ



ШКАФ МОНИТОРИНГА ТРАНСФОРМАТОРА

ШКАФ МОНИТОРИНГА ТРАНСФОРМАТОРА







