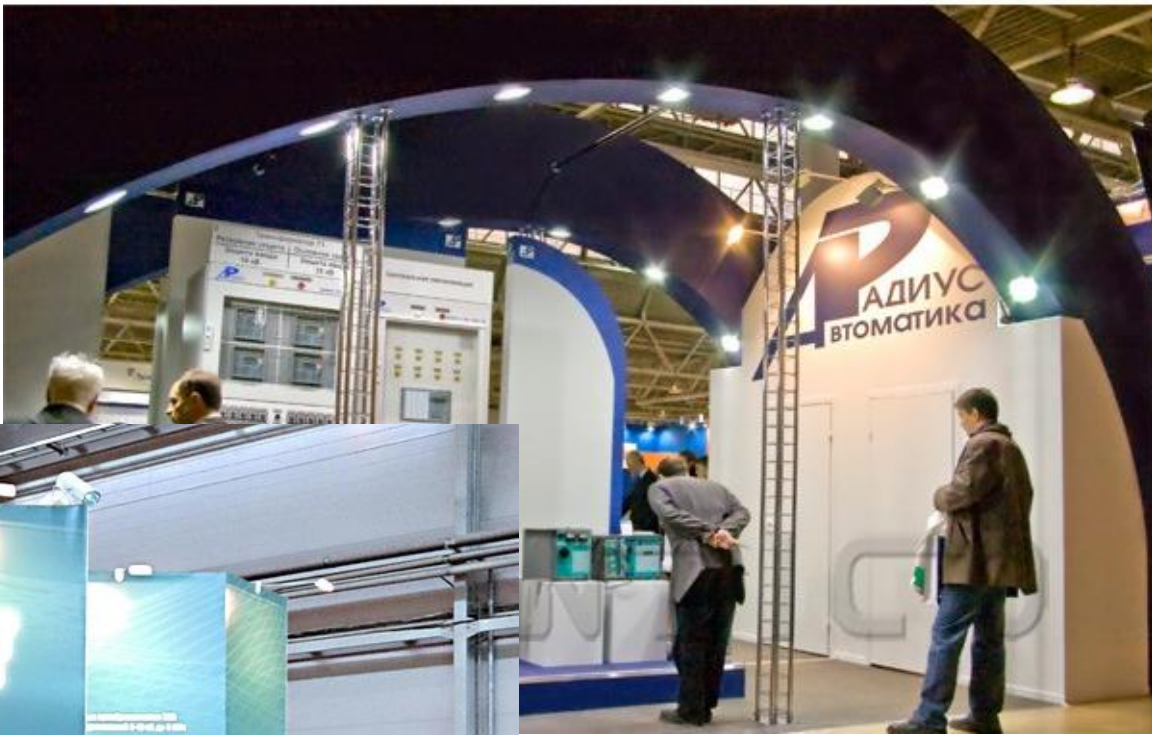


Релейная защита и автоматика систем электроснабжения

Лекция № ____

Микропроцессорные устройства РЗА

Составил: Кузнецов Д. Б.



ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

Большинство фирм производителей оборудования РЗА прекращают выпуск электромеханических реле и устройств и переходят на цифровую элементную базу.

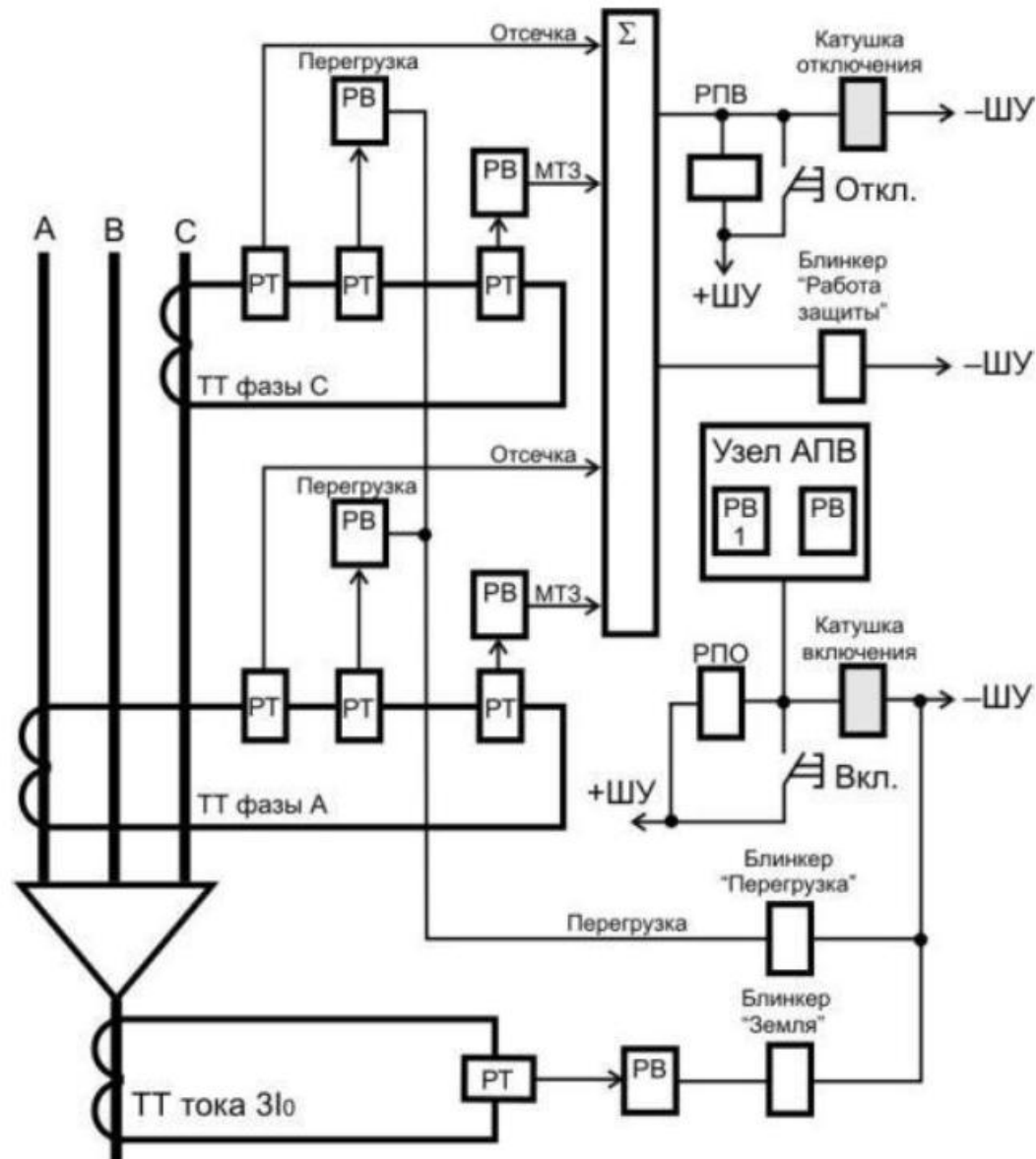
Переход на новую элементную базу не приводит к изменению принципов релейной защиты и электроавтоматики, а только расширяет ее функциональные возможности, упрощает эксплуатацию и снижает ее стоимость. Именно по этим причинам микропроцессорные устройства очень быстро занимают место устаревших электромеханических и микроэлектронных устройств.

Основные характеристики микропроцессорных защит значительно выше, чем у микроэлектронных, а тем более электромеханических. Так, мощность, потребляемая от измерительных трансформаторов тока и напряжения, находится на уровне 0,1—0,5 ВА, аппаратная погрешность — в пределах 2—5%, коэффициент возврата измерительных органов составляет 0,96—0,97.

Современные цифровые устройства РЗА интегрировали в рамках единого информационного комплекса функции релейной защиты, автоматики, измерения, регулирования и управления электроустановкой. Такие устройства в структуре автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) энергетического объекта являются окончательными устройствами сбора информации.

В интегрированных цифровых комплексах РЗА появляется возможность перехода к новым нетрадиционным измерительным преобразователям тока и напряжения - на основе оптоэлектронных датчиков, трансформаторов без ферромагнитных сердечников и т. д. Эти преобразователи технологичнее при производстве, обладают очень высокими метрологическими характеристиками, но имеют малую выходную мощность и непригодны для работы с традиционной аппаратурой.

Электромеханический аналог терминала



РТ – реле тока

РВ – реле времени

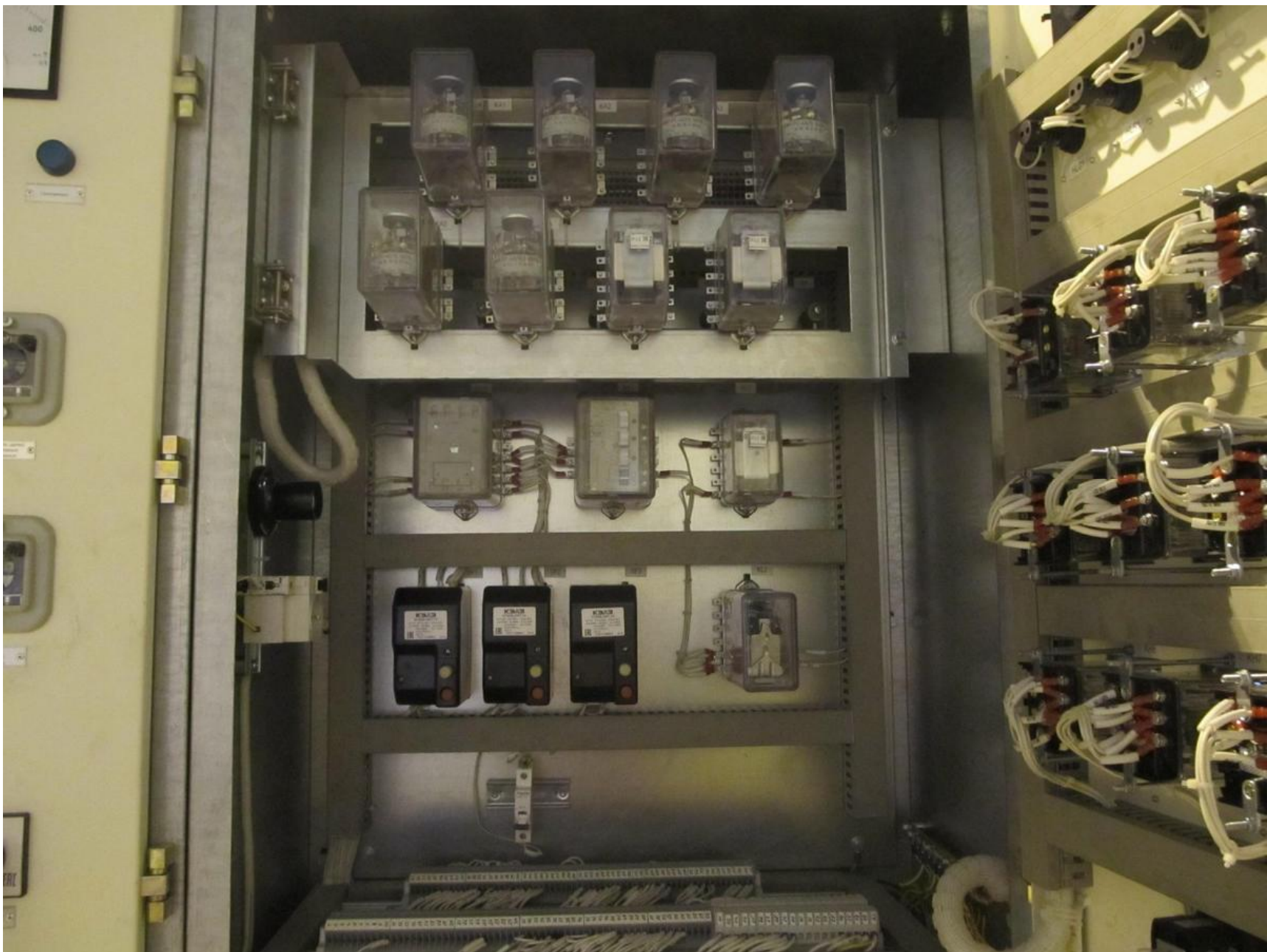
РПО – реле положения
«отключено»

РПВ – реле положения
«включено»

АПВ – автоматическое
повторное включение

МТЗ – максимальная
токовая защита

ТТ – трансформатор тока



44

Пиния

13

ТСН

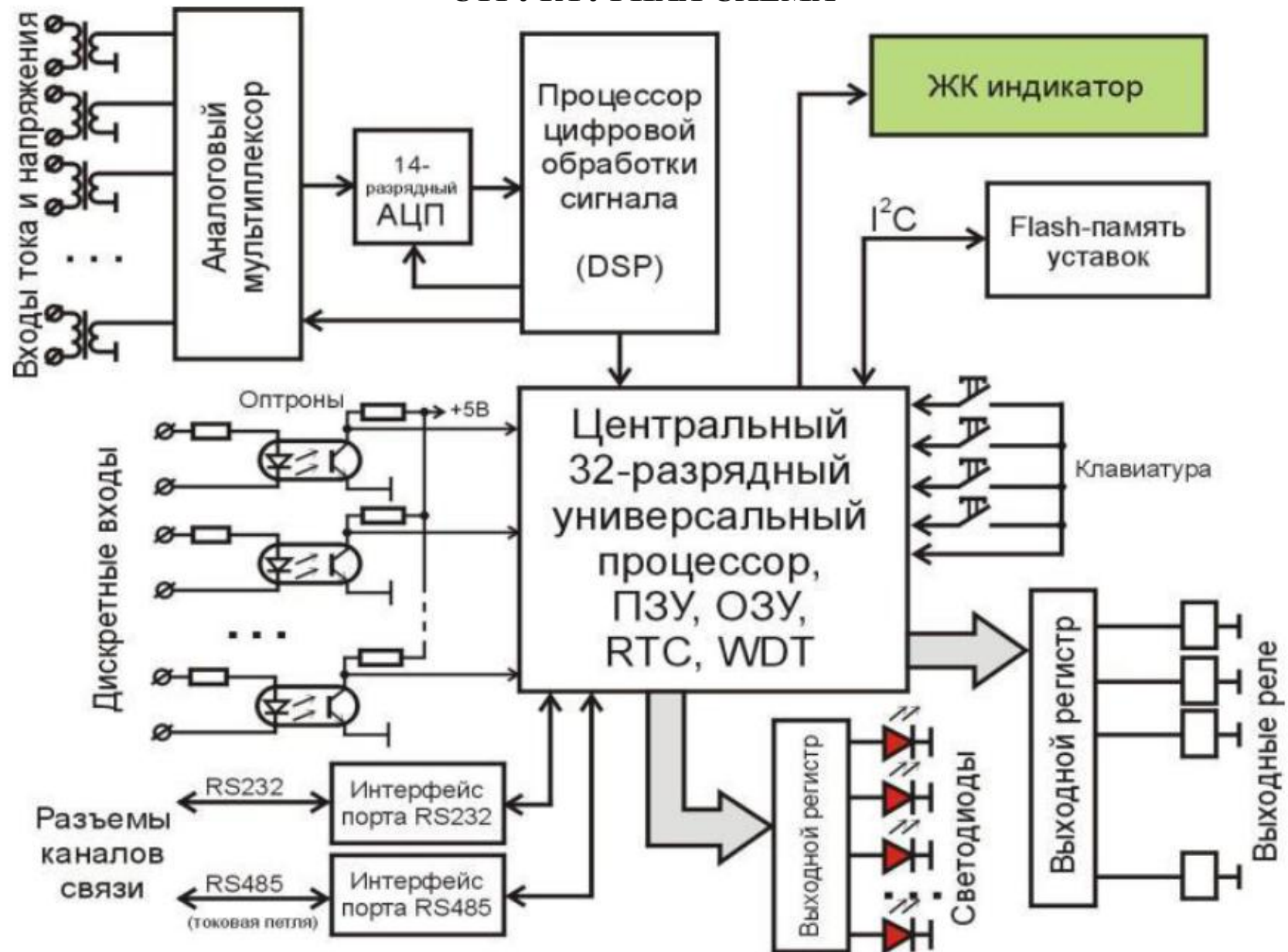
Город 8



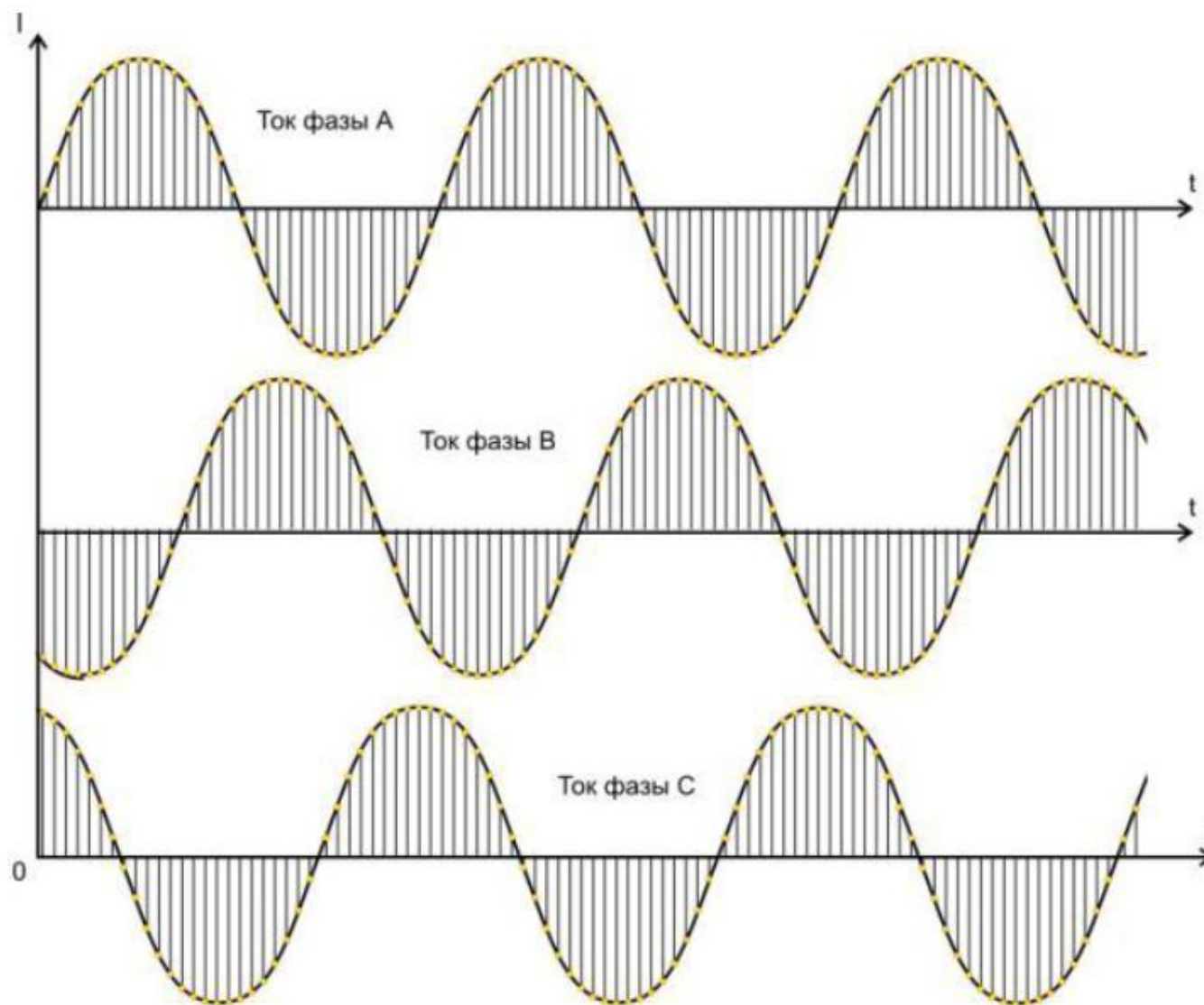
ТСН-2



СТРУКТУРНАЯ СХЕМА



Принцип оцифровки сигналов с помощью АЦП



Достоинства цифровых терминалов

Малые габариты и вес устройств, совмещение всех функций в одном устройстве – **терминале** релейной защиты, в идеале – полное отсутствие дополнительных реле в релейном отсеке

Сокращение времени на проведение технического обслуживания

Повышение надежности за счет уменьшения количества контактных соединений и наличия непрерывной самодиагностики

Увеличение чувствительности и быстродействия защит

Повышение точности измерения тока и напряжений, а также отработки выдержек времени (снижение ступеней селективности)

Возможность гибкой настройки на разные присоединения за счет большого числа легко изменяемых уставок

Наличие каналов связи для осуществления дистанционного измерения, смены уставок и снятия параметров срабатывания: терминал – источник информации и объект управления для системы АСУ

Наличие архива отключений и цифрового осциллографа – удобные объективные средства для анализа аварий

Максимальная конфигурация каждой модели устройства с отключением ненужных функций с помощью уставок

Программирование как по линии связи с компьютера, так и с передней панели устройства (полный доступ ко всей информации)

Управление выключателем с контролем катушек отключения/включения, в том числе с ограничением длительности подачи команды и контролем отказа в срабатывании

Наличие светодиодов-блинкеров на передней панели

Восстановление формы кривой тока при насыщении ТТ вплоть до 50%

Встроенный цифровой осциллограф с $F_{\text{квант}} = 1000 \text{ Гц}$

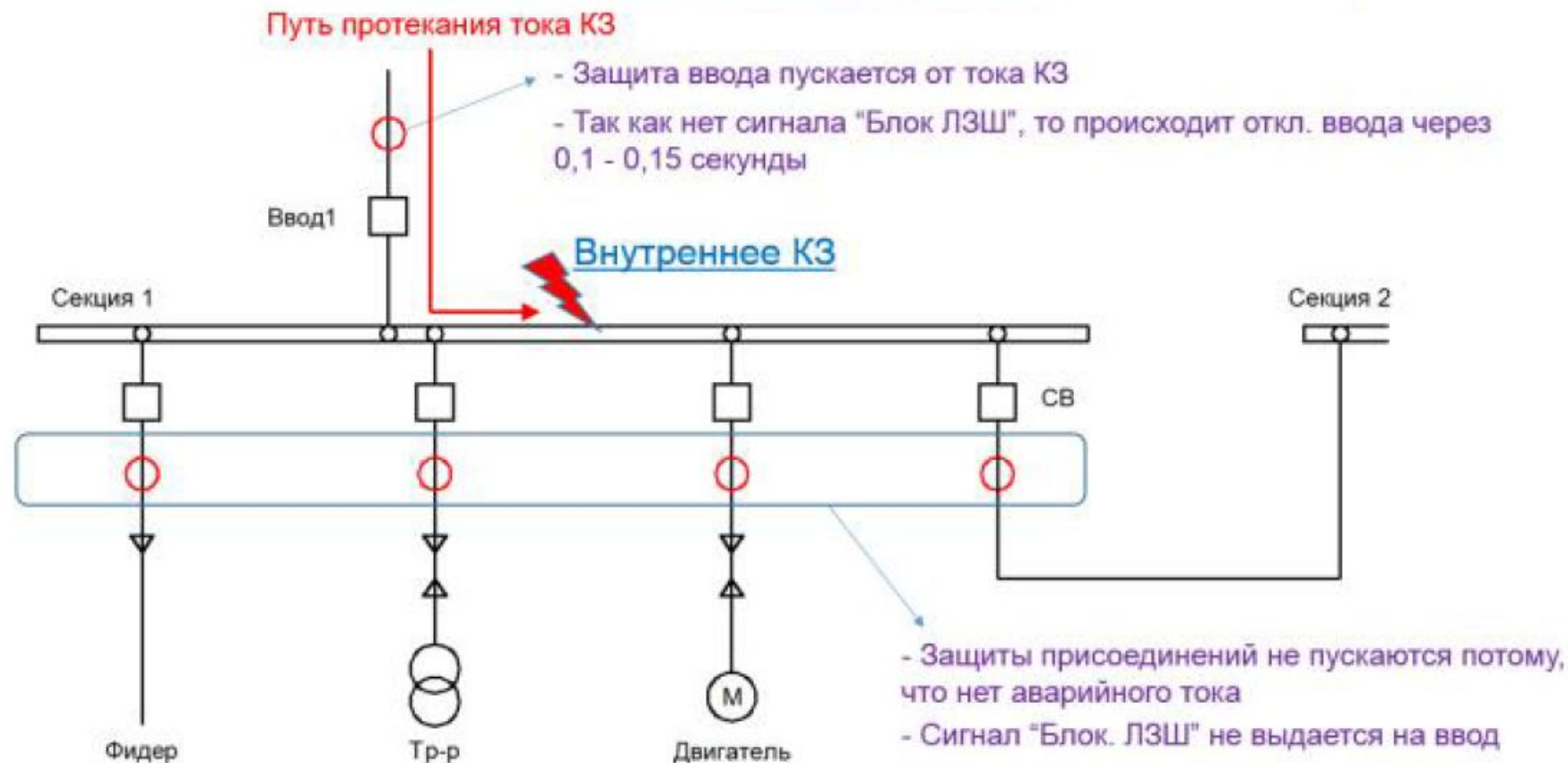
Большое число дискретных входов и выходных контактов реле

Два независимых канала связи – RS232C и RS485

Сервисные функции

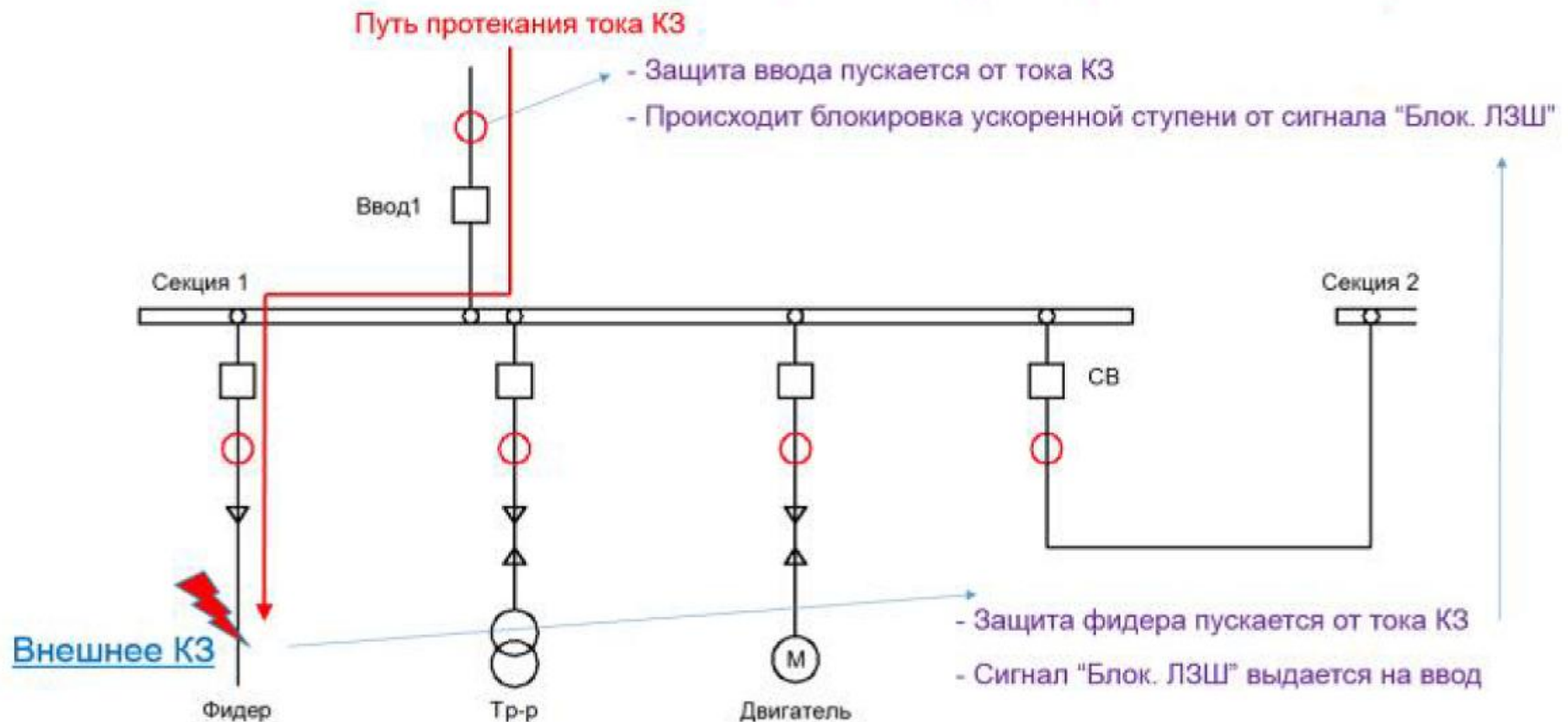
- Архив отключений на 9 последних как аварийных, так и командных срабатываний выключателя с фиксацией причины отключения, времени, токов и напряжений при отключении, даты и времени события
- Аварийный осциллограф на 5–7 аварий длиной 4–7 секунд (в разных моделях) с частой квантования 1 кГц с записью доаварийного, аварийного и послеаварийного режима. Запись всех аналоговых и дискретных входов
- Архив событий (любое изменение сигнала на дискретном входе или пуск или возврат ступеней защиты) на 1000 точек с доступом по линии связи с протоколом Modbus
- Определение места повреждения на ВЛ при срабатывании МТЗ в километрах
- Фиксация в памяти времени и даты последнего изменения уставок
- Изменение уставок только после ввода пароля (просмотр без ограничений)
- Режим «Контроль» – отображение текущих значений токов, напряжений, мощности, состояния дискретных входов, времени и даты

Логическая защита шин (ЛЗШ)



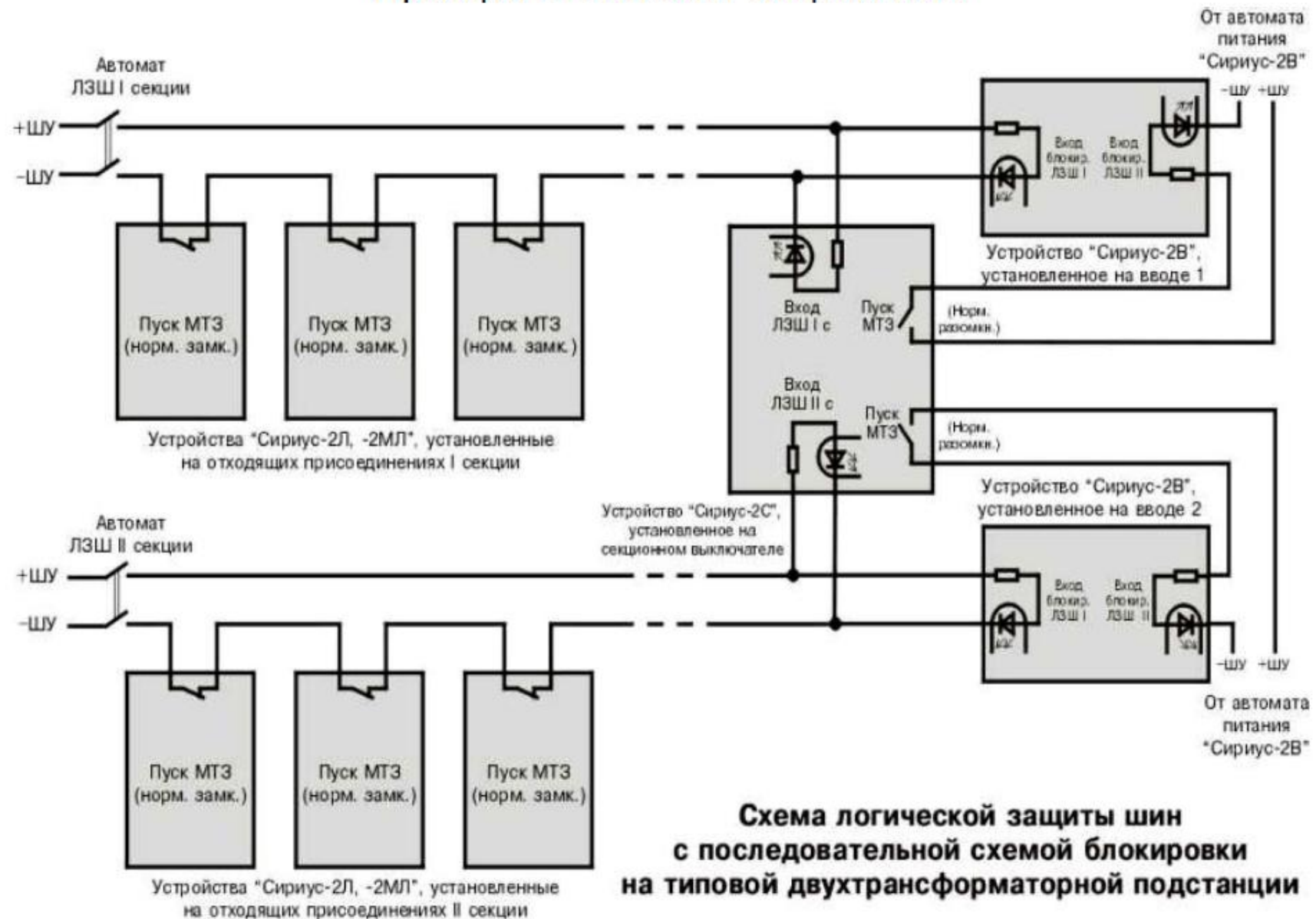
Внутреннее КЗ (КЗ на шинах секции 1)

Логическая защита шин (ЛЗШ)



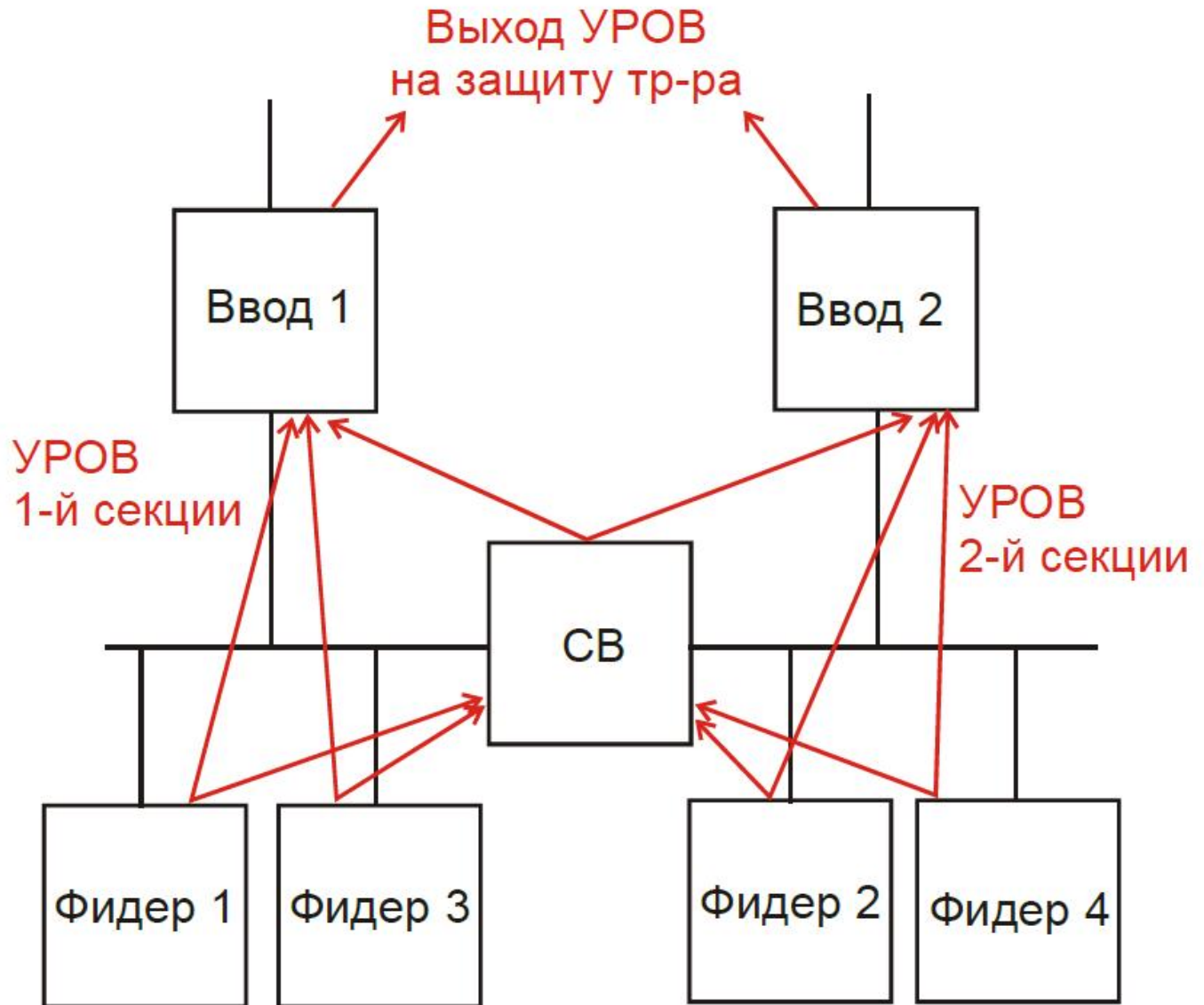
Внешнее КЗ (КЗ на присоединении)

Принцип логической защиты шин



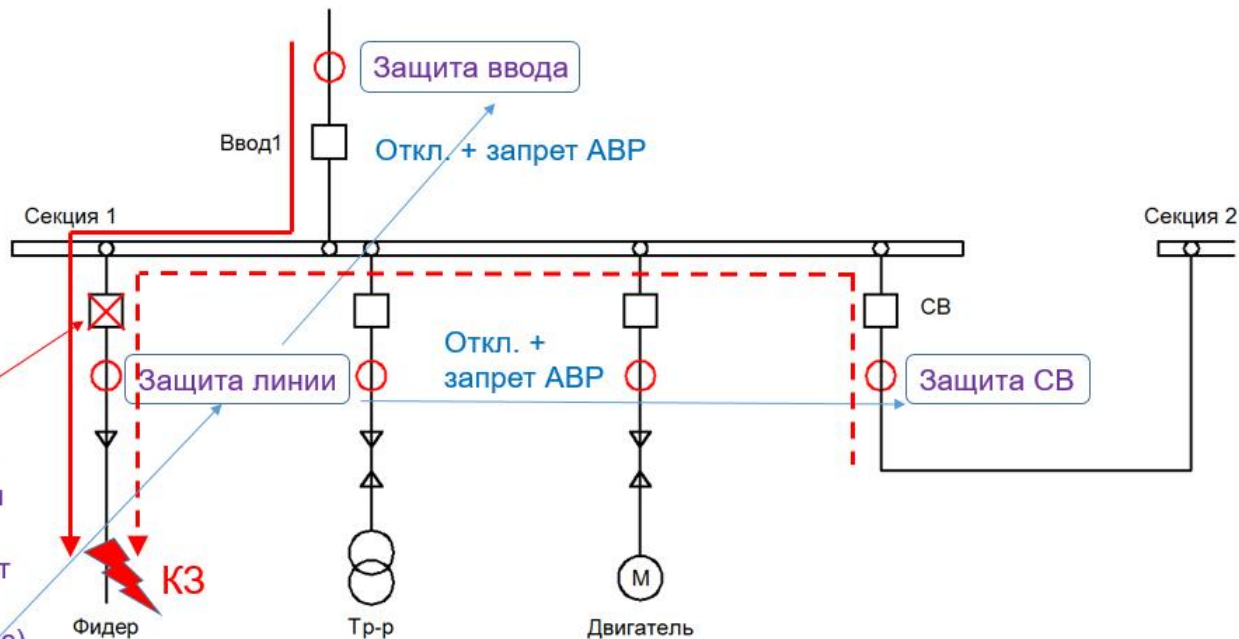
При последовательной схеме на вход блокировки от фидерных защит всегда должна быть подана логическая единица, разрешающая работу ступени ЛЗШ. То есть, вход блокировки ЛЗШ ввода и оба входа блокировки ЛЗШ секции будут являться реально «Разрешением ЛЗШ». Такой сигнал образуется с помощью включенной последовательно цепочки нормально замкнутых контактов «Пуск МТЗ» всех фидерных защит.

Принцип формирования УРОВ



Развитие аварии:

- КЗ на отх. линии
- Пуск МТЗ/ТО линии
- Срабатывание МТЗ/ТО + Пуск УРОВ (всегда)
- Отказ выкл-ля линии
- Защита линии не получает подтверждение отключения (есть ток, нет РПО)
- Алгоритм УРОВ продолжает отсчет времени
- Через время ТуРОВ (0,3-0,4 с) происходит отключение смежных выключателей с запретом автоматики



Принцип действия УРОВ на секции 6-10 кВ



Продукция

ЗАО «РАДИУС Автоматика»



Москва, г. Зеленоград

**Подстанции с высшим напряжением 35 или 110 кВ,
а также распределительные пункты 6–10 кВ**

Защиты воздушных и кабельных линий 6–10, 35 и 110 кВ

Защиты секционных выключателей 6–10, 35 и 110 кВ

Защиты силовых трансформаторов

Защиты вводов секций шин 6–10 и 35 кВ

Защиты трансформаторов собственных нужд

Защиты синхронных и асинхронных двигателей

Контроль трансформатора напряжения

Автоматика регулировки напряжения трансформатора

Автоматика частотной разгрузки

Автоматика включения резерва

Центральная сигнализация



Терминалы защиты 6–35 кВ





Терминалы автоматики

Сириус-2-РН



Сириус-ЦС



Сириус-2-АЧР



Сириус-ОЗЗ





Терминалы защиты двигателей 6–10 кВ





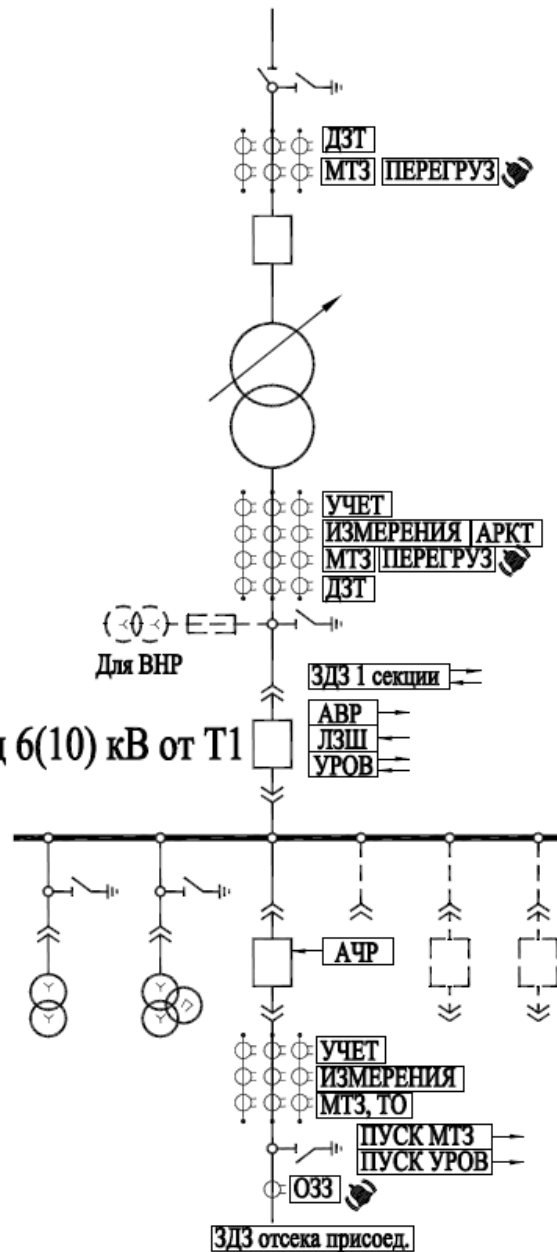


Терминалы защиты присоединений 110 кВ

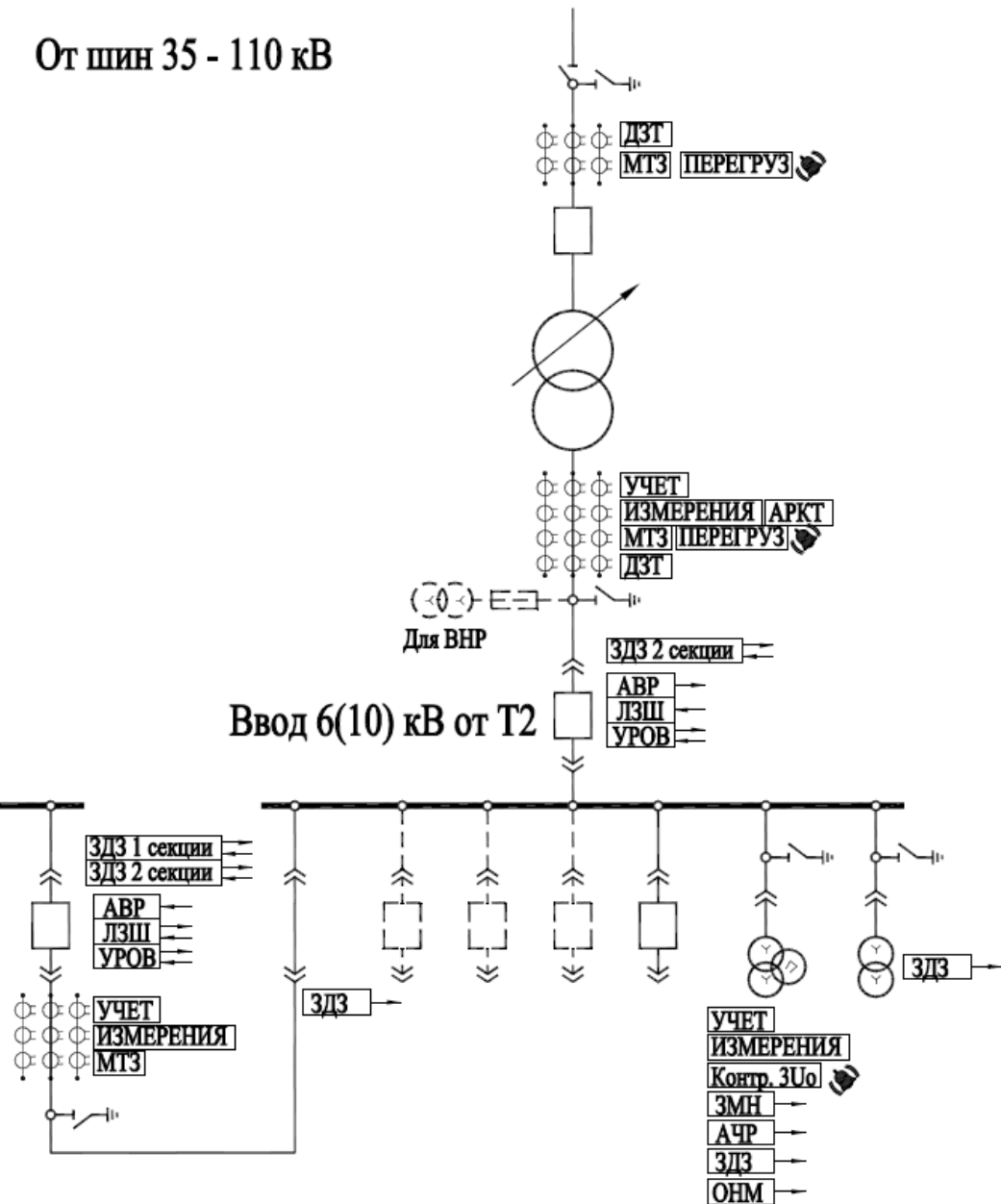


От шин 35 - 110 кВ

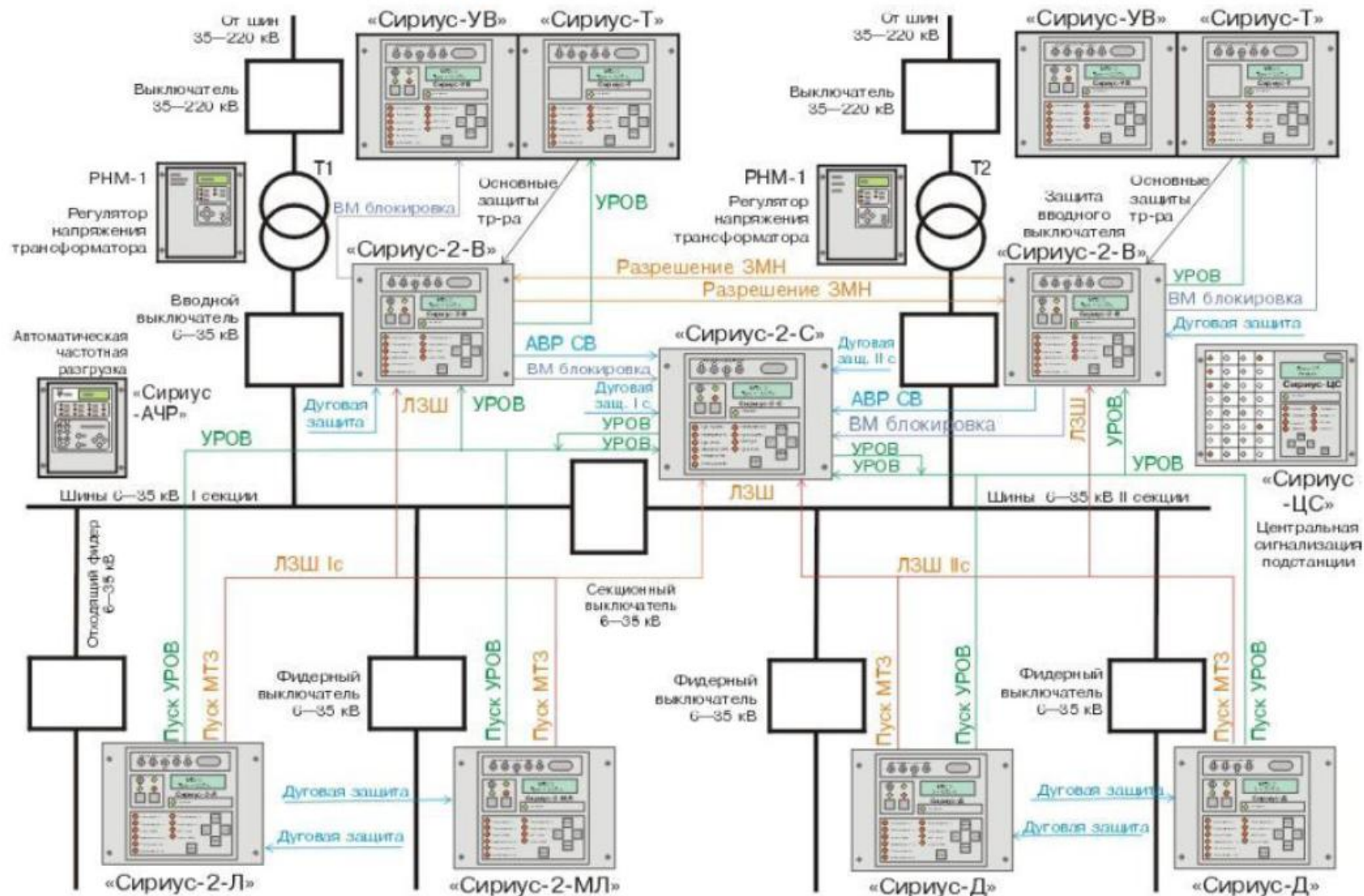
Ввод 6(10) кВ от Т1



Ввод 6(10) кВ от Т2



Оборудование типовой подстанции





Терминал защиты линии и ТСН «Сириус-2-Л»

- Три ступени МТЗ с возможностью ввода ускорения в любую
- Ступень МТЗ-4 с большой выдержкой времени (до 1,5 часов для адресного отключения)
- Земляная защита по току $3I_0$ первой и/или сумме высших гармоник
- Защита от обрыва фазы по току I_2
- Выдача сигнала «Пуск УРОВ» с контролем по току
- Входы дуговой и внешних защит
- Вход газовой защиты (для ТСН)
- Управление выключателем с блокировкой от многократных включений
- Возможность блокировки от повторного включения после отключения от любой ступени защиты
- Одно- или двукратное АПВ
- Обработка сигналов АЧР и ЧАПВ (с выдержкой времени)
- Определение места повреждения на ВЛ при срабатывании МТЗ
- Архив параметров на 9 последних отключений
- Аварийный осциллограф (7 аварийных отключений до 7 с)



Терминал защиты линии и ТСН «Сириус-2-МЛ»

- Абсолютно все функции терминала «Сириус-2-Л»
- Зависимая характеристика земляной защиты
- Входы блокировки земляной защиты, дуговой защиты, а также новые функции за счет наличия цепей напряжения:
- Вольтметровая блокировка ступеней МТЗ
- Направленность ступеней МТЗ
- Направленность земляной защиты
- Измерение текущих мощностей
- Технический учет электроэнергии (активной и реактивной)
- Защита минимального напряжения ЗМН
- Защита от повышения напряжения ЗПН с обратным АПВ (для конденсаторных установок)



Терминал защиты секционного выключателя «Сириус-2-С»

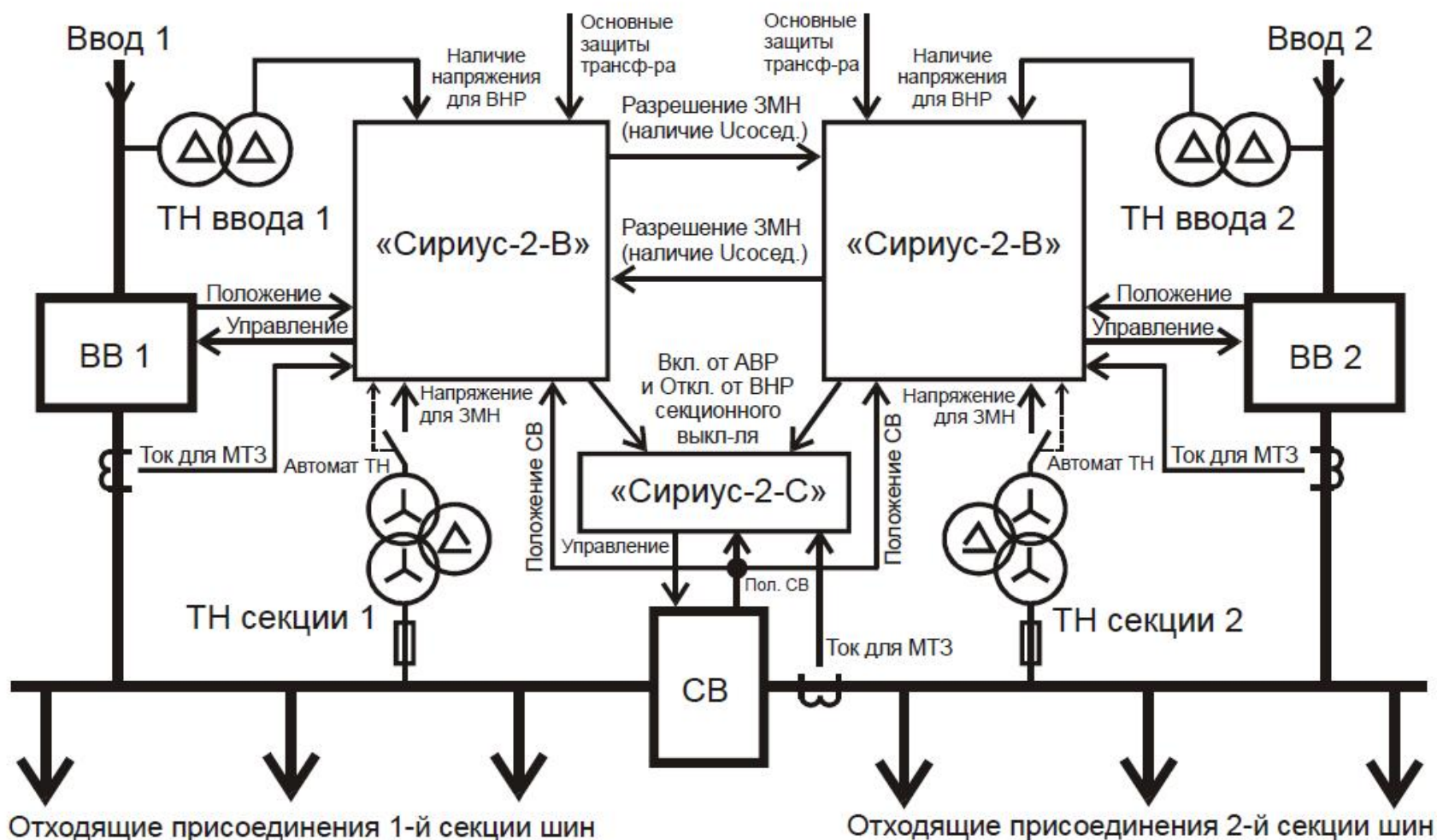
- Три ступени МТЗ с возможностью ввода ускорения и внешнего пуска по напряжению
- Возможность работы ступени МТЗ-1 в режиме «ускоряющей отсечки» (автоматический ввод только на 1 с при включении выключателя)
- Ступень защиты от обрыва фазы по току I_2
- Логическая защита шин с двумя входами блокировки
- Два входа УРОВ от фидерных защит
- Два входа дуговой защиты от фидеров обеих секций
- Формирование выходного сигнала «Пуск УРОВ»
- Реализация режима АВР и АВНР после АВР
- Определение вида повреждения при работе МТЗ



Терминал защиты вводного выключателя «Сириус-2-В»

- Три ступени МТЗ с возможностью ввода ускорения, направленности и комбинированного пуска по напряжению
- Режим работы МТЗ-1 в качестве «ускоряющей отсечки»
- Защита от обрыва фазы по току I_2
- Логическая защита шин с двумя входами блокировки – от фидеров и секционной защиты
- Защита минимального напряжения
- Выполнение функции контроля ТН с сигнализацией «земли»
- Формирование сигнала АВР для терминалов секции (при АВРС) или другого ввода (при АВРТ)
- Восстановление схемы нормального режима после АВР (АВНР)
- Управление выключателем с блокировкой от «прыгания»
- Однократное АПВ при работе МТЗ
- Прием сигналов УРОВ от фидерных защит
- Вход дуговой защиты с контролем по току

Принцип формирования АВР и АВНР



Направленная защита

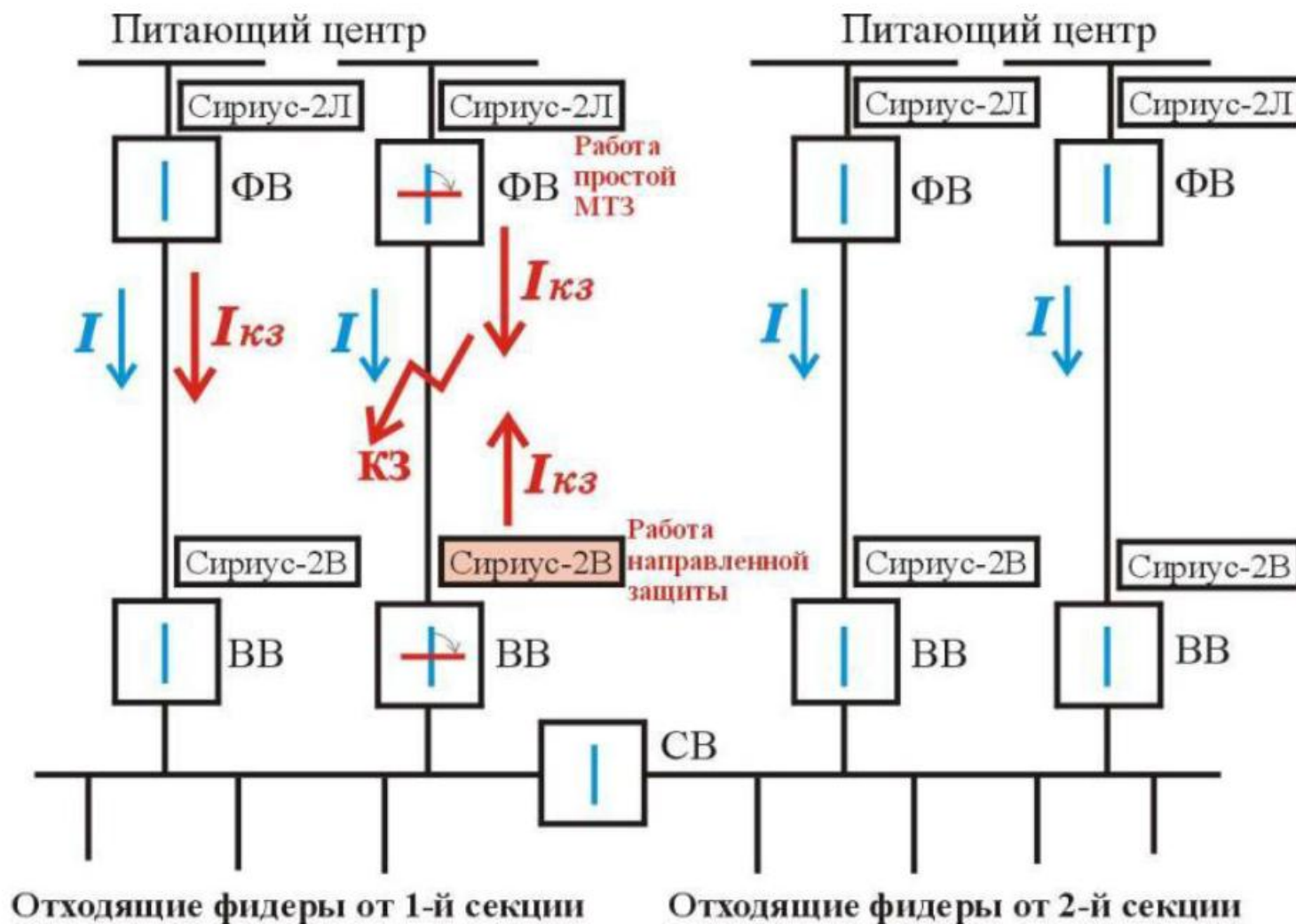
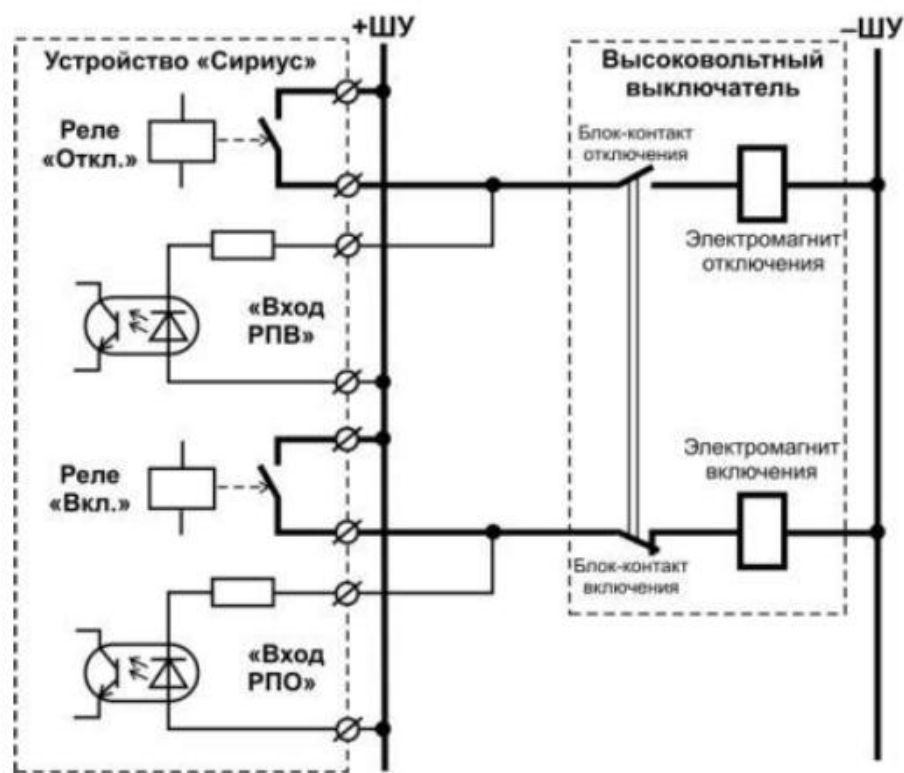
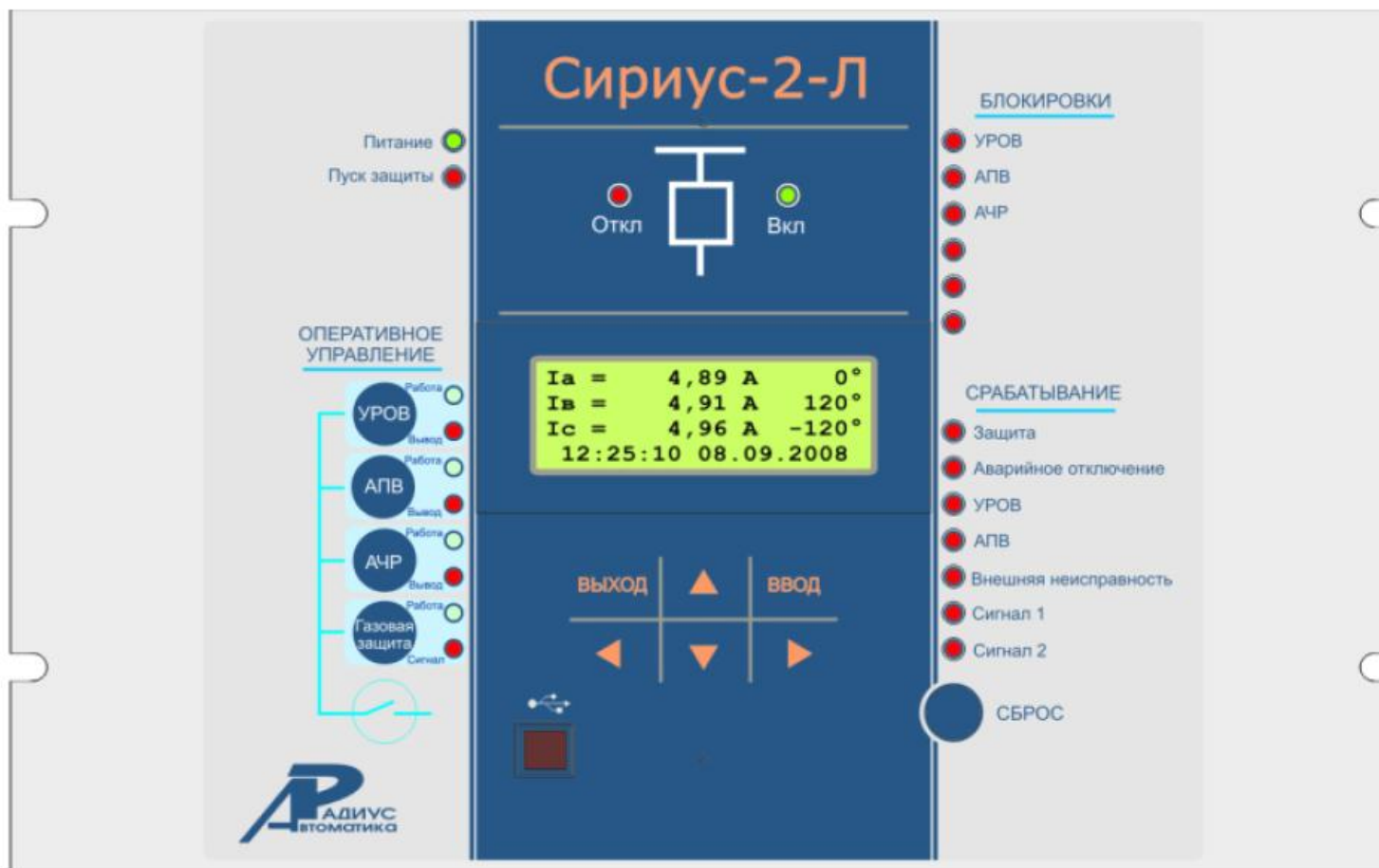


Схема управления высоковольтным
выключателем, применяемая в
устройствах серии «Сириус»



Индикатор отображает 4 строки по 20 символов

Управление диалогом осуществляется с помощью 6-ти кнопок, аналогично серии «Сириус-3»





Защиты силового трансформатора

«Сириус-УВ» – терминал резервной защиты и управления выключателем

«Сириус-Т» – терминал основной защиты двухобмоточного трансформатора

«Сириус-ТЗ» – терминал основной защиты трехобмоточного трансформатора

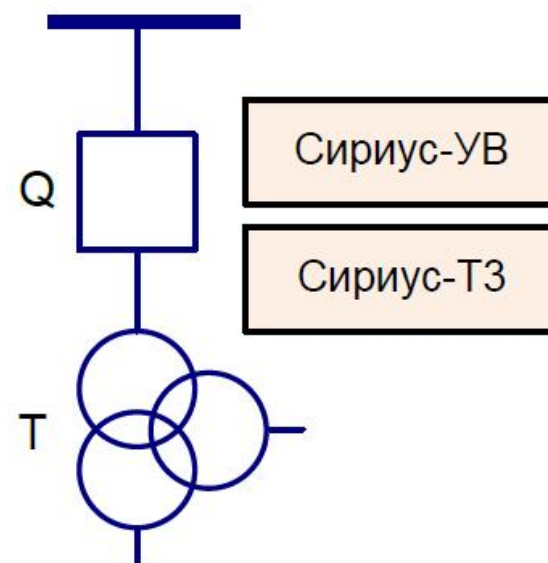
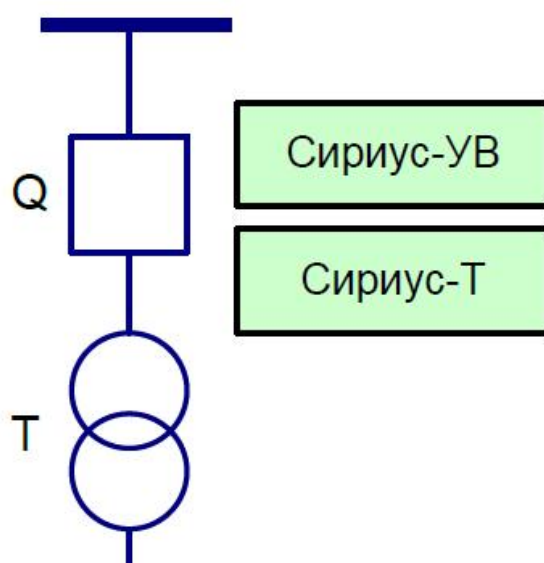
«Сириус-ААРТ» – терминал аварийной разгрузки трансформатора по току

РНМ-1 – терминал регулирования напряжения трансформатора под нагрузкой

Устройства защиты силовых трансформаторов



«Сириус-УВ» + «Сириус-Т»
двухобмоточный трансформатор



«Сириус-УВ» + «Сириус-Т3»
трехобмоточный трансформатор

«Сириус-УВ»

Устройство управления высоковольтным выключателем и резервных защит силового трансформатора

Устанавливается на:

- ✓ стороне ВН трансформатора
- ✓ линейном выключателе



Новое устройство регулирования напряжения трансформатора под нагрузкой «Сириус-2-РН»





Основные функции устройства «Сириус-2-РН»

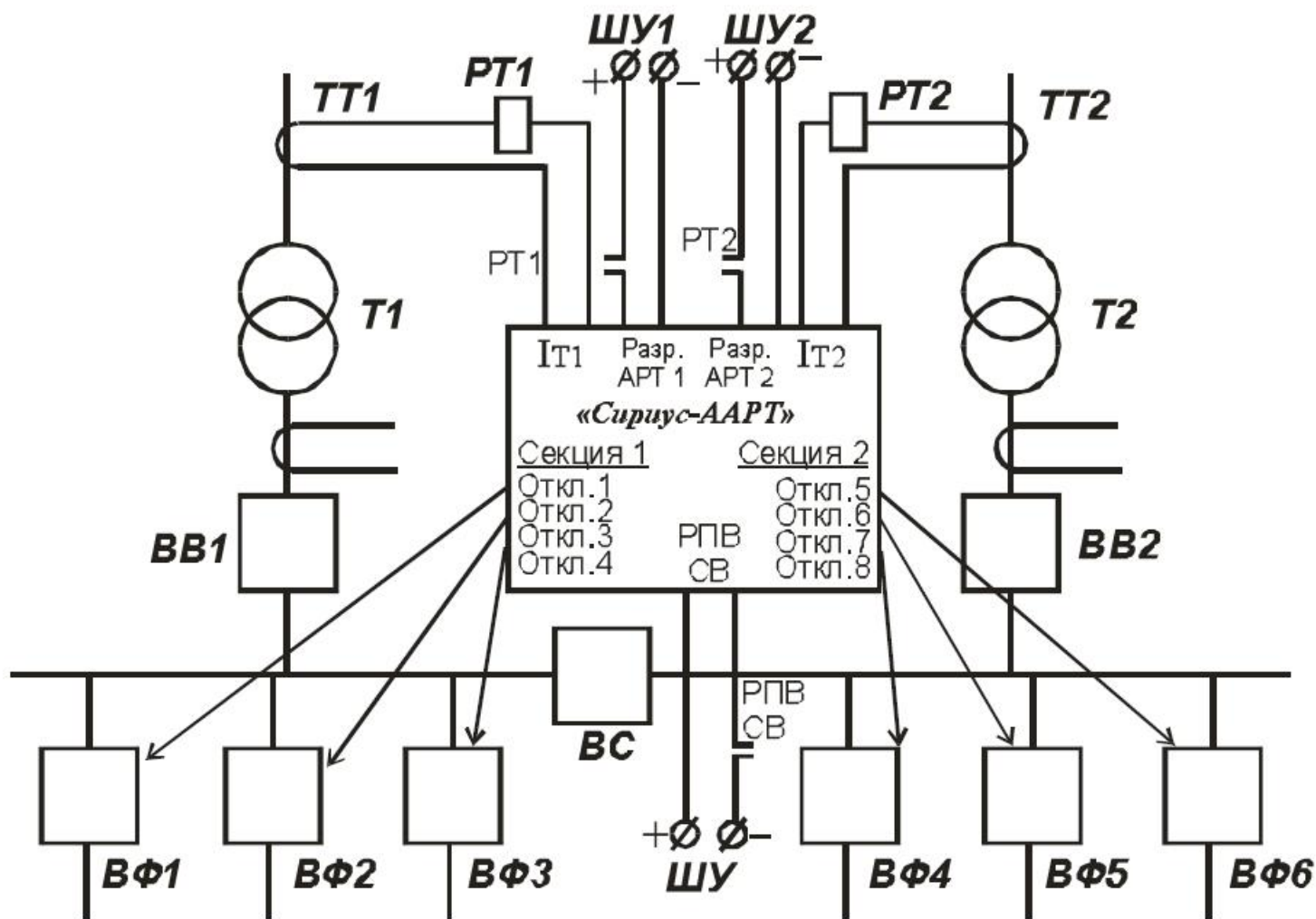
- Поддержание заданного выходного напряжения силовых трансформаторов под нагрузкой
- Автоматическое и ручное управление приводом, а также дистанционное переключение ступеней по каналу связи
- Возможность работы с трансформаторами с расщепленной обмоткой и трехобмоточными трансформаторами
- Встроенный логометр – измерение и отображение текущей ступени регулирования для приводов с резистивным датчиком положения привода
- Контроль за состоянием привода с соответствующей сигнализацией и индикацией
- Блокировка регулирования по току, напряжению и по дискретным сигналам
- Токовая компенсация напряжения регулирования с возможностью как суммирования, так и вычитания двух токов
- Возможность прохождения «мертвых» ступеней привода



Терминал аварийной разгрузки
трансформатора «Сириус-ААРТ»

- Два режима работы – аварийная разгрузка и защита от длительной перегрузки (следящий)
- Подстройка тепловой кривой нагрева трансформатора
- Работа сразу с двумя трансформаторами с контролем положения секционного выключателя
- Отключение до 4-х (2 трансформатора) или до 8-ми групп фидеров (один трансформатор) при разгрузке

Терминал аварийной разгрузки
трансформатора «Сириус-ААРТ»



Терминал частотной аварийной разгрузки «Сириус-2-АЧР»



- Четыре очереди разгрузки: в каждой - АЧР-I, АЧР-II и ЧАПВ – разгрузка до 4-х групп фидеров
- Совмещенные АЧР-I и АЧР-II
- Возможность блокировки АЧР-I по скорости снижения частоты и/или напряжения
- Возможность ускорения АЧР-II по скорости снижения частоты
- Возможность блокировки АЧР по встроенному органу направления мощности
- Наличие контрольного канала для дополнительной защиты от ложных срабатываний
- Контроль по напряжению как АЧР, так и ЧАПВ
- Бистабильные выходные реле для организации шинок АЧР
- 14 программируемых реле, в том числе, для разнеса включения фидеров при ЧАПВ

Терминал центральной сигнализации «Сириус-ЦС»



- 4 шинки приема сигналов ШЗА или ШЗП (аналог РИСов)
- 32 индивидуальных программируемых дискретных входа, каждый - с индикаторным светодиодом
- Возможность комбинирования действия входных сигналов на 10 выходных реле, работающих в одном из 5-ти режимов
- Архив событий с привязкой ко времени
- Работа с шинками ШЗА и ШЗП на постоянном опертке



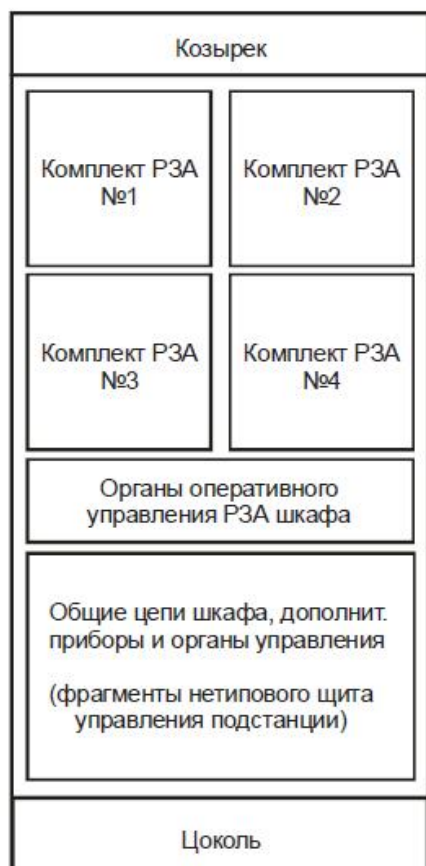
Приборы
определения места повреждения
на воздушных линиях
электропередачи





Шкафы релейной защиты и автоматики
ЗАО «РАДИУС Автоматика»

Комплекты релейной защиты и автоматики шкафов серии ШЭРА



Структура компоновки шкафа на базе готовых типовых **комплектов РЗА**

Комплект РЗА – Терминал серии «Сириус» со схемой его обвязки, включая клеммные ряды

В одном шкафу может размещаться до 4-х комплектов РЗА, на одной панели – до 2-х



Вид с антресоли цеха шкафов





**Особенности построения системы РЗА
распределительных пунктов
напряжением 6–10 кВ
с переменным оперативным током**

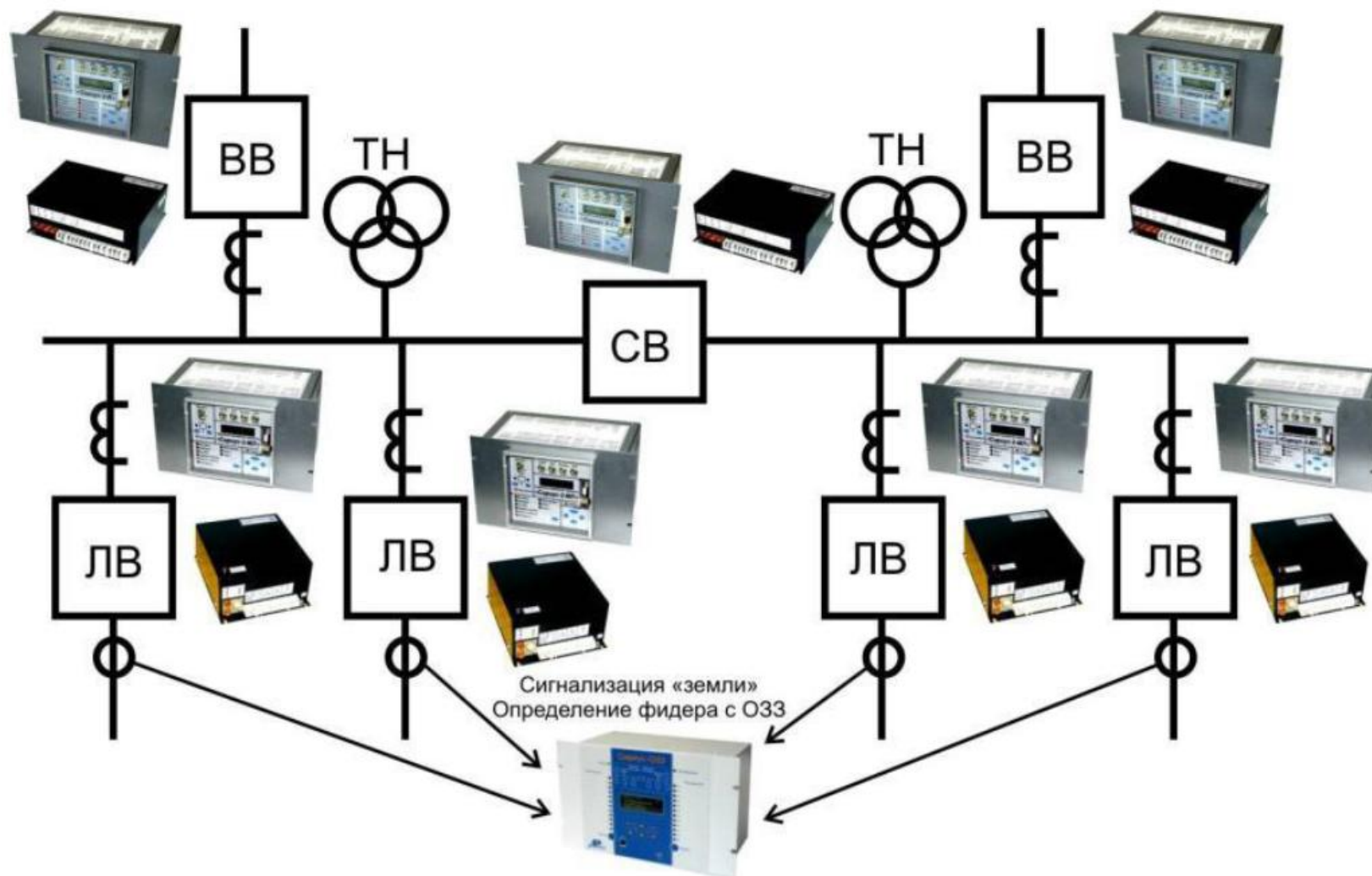
Особенности построения релейной защиты для работы на переменном оперативном токе:

- Ненадежность источника переменного тока – требуется резервное питание, например, подпитка от токовых цепей или питание от ИБП (UPS)
- Отсутствие при близких КЗ источника питания для отключения выключателя - требуется дополнительный источник энергии (предварительно заряженный конденсатор или реле прямого действия от ТТ – схема дешунтирования)
- Максимально быстрый выход в режим готовности из-за возможного отсутствия напряжения питания при подаче высокого напряжения на подстанцию
- Отсутствие напряжения «переноса сигнала» от сухих контактов датчика отключения к терминалу из-за сильной посадки напряжения при близких КЗ
- Максимальная простота и надежность, малая стоимость, широкий температурный диапазон

Применение комбинированного блока питания
совместно с универсальным терминалом РЗА



Схема типовой реализации РП на цифровых терминалах
и индивидуальных комбинированных блоках питания



Терминал токовой защиты присоединений
на переменном оперативном токе «Орион-РТЗ»



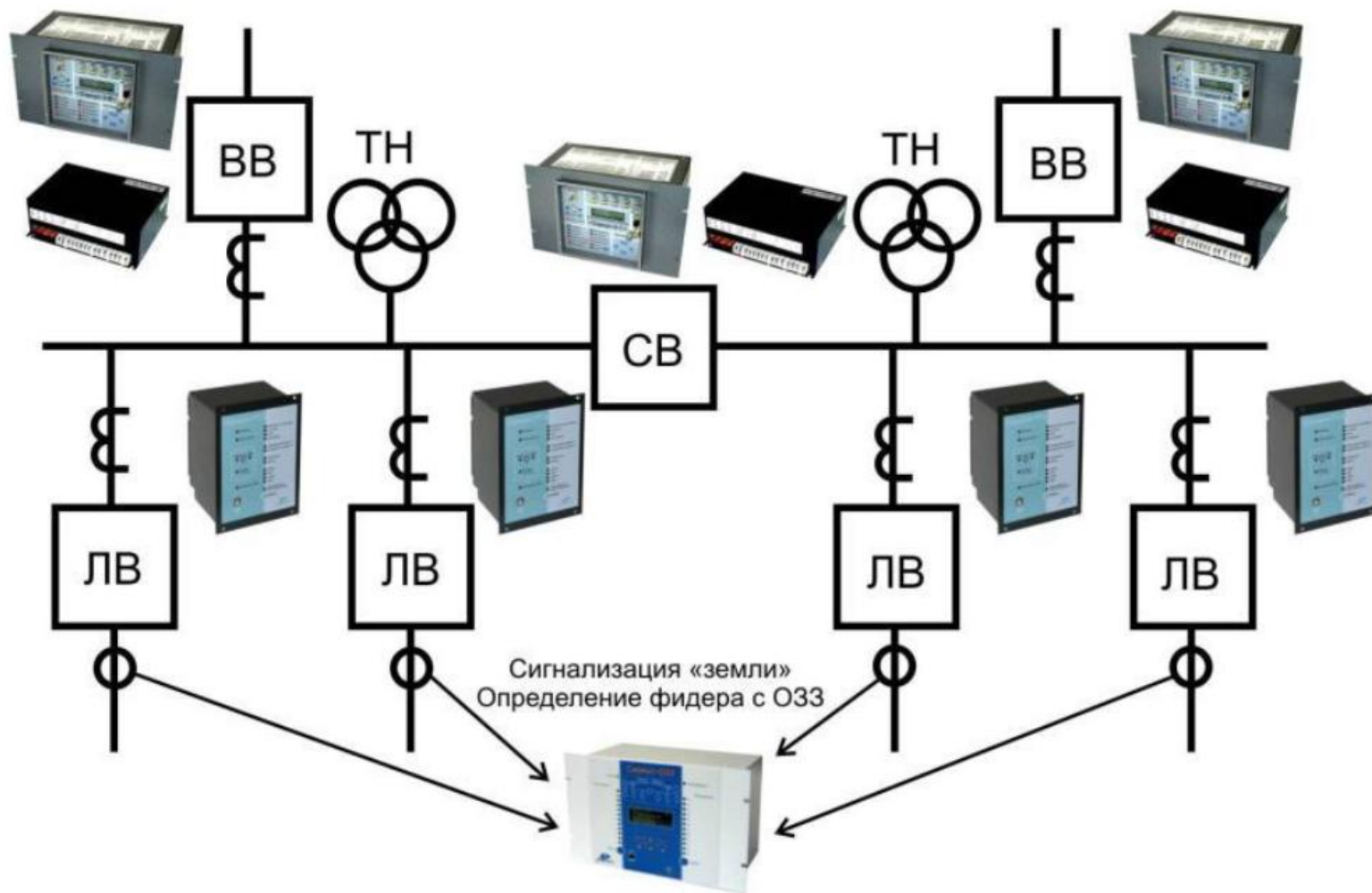


Терминал токовой защиты присоединений
на переменном оперативном токе **«Орион-РТЗ»**

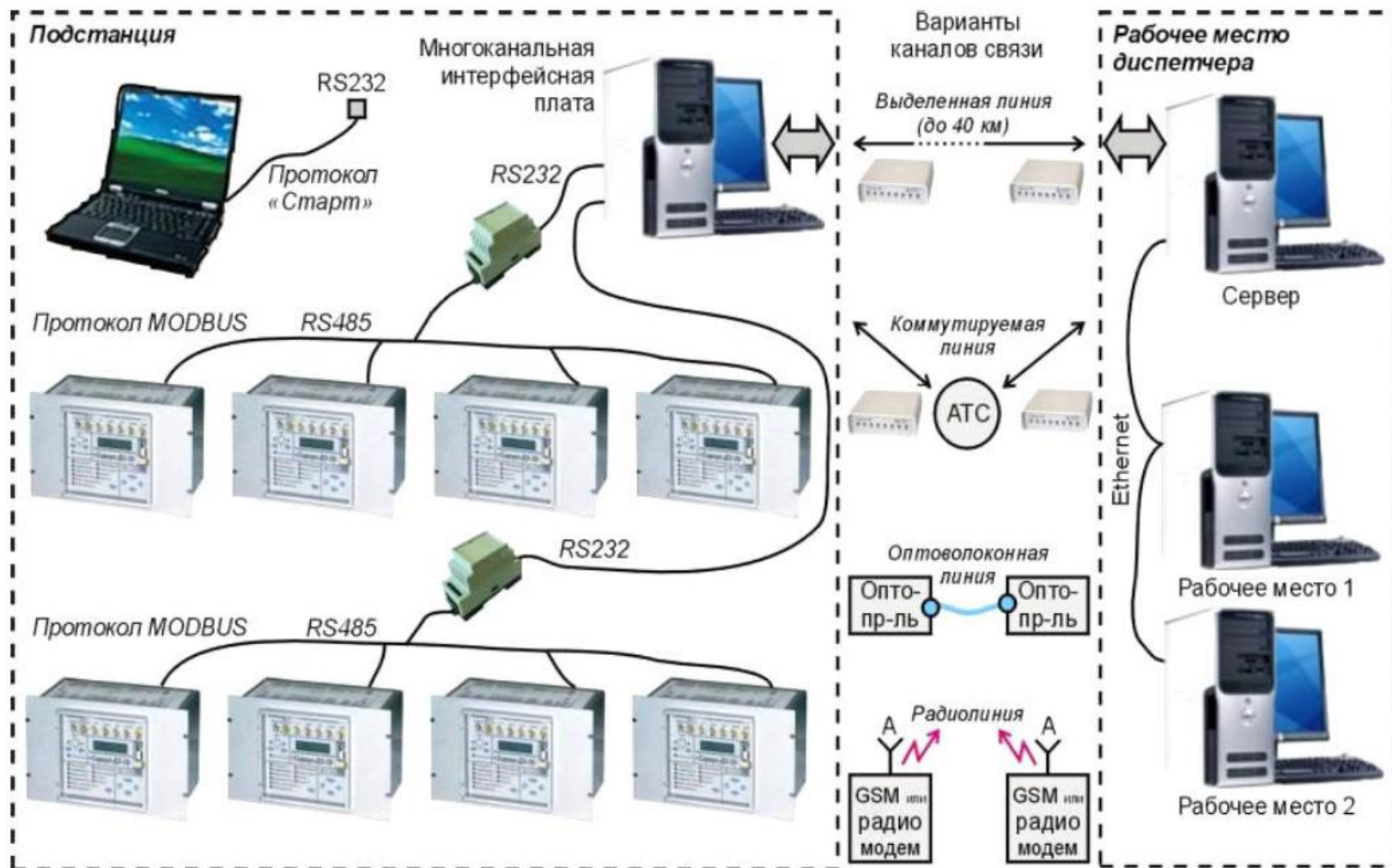
Особенности:

- Программирование уставок, мониторинг и снятие информации о срабатывании с помощью компьютера по каналу связи USB или RS485
- Возможность питания устройства непосредственно от компьютера при программировании по каналу USB (не требуется внешнего питания)
- Наличие сигнальных светодиодов-блинкеров на передней панели для идентификации причины срабатывания и вида повреждения
- Возможность сопряжения как с выключателями с катушкой отключения прямого действия (по схеме с дешунтированием), так и с другими типами выключателей (ВВ/TEL, с предварительно заряженными конденсаторами и др.)
- Выполнение основных защитных функций (ТО, МТЗ, УРОВ и внешнего отключения) при отсутствии напряжения питания (питание от токовых цепей)
- Память последней аварии с сохранением информации без питания
- Индикация готовности привода
- Малое время выхода на режим – срабатывание только от входного тока за время менее 0,2 с
- Широкий рабочий температурный диапазон – от –40 до +55°C
- Переднее или заднее присоединение (два варианта исполнения)

Схема реализации РП на терминалах «Орион-РТЗ» и «Сириус»



Организация типовой системы АСУ ТП на терминалах серии «Сириус»





Программа обслуживания устройств «Старт»

Работа с базой данных

Файл Таблица Отчет Помощь

⏪ ⏩ ⏴ ⏵ ✓ 🖨️ ?

Время	Объект	Устройство	Сер.номер
15.01.2009 15:44:11	1	Сириус-2-Л	1057
29.01.2009 11:07:23	1	Сириус-2-Л	1057
29.01.2009 13:03:20	1	Сириус-2-Л	1057
29.01.2009 13:03:20	1	Сириус-2-Л	1057
29.01.2009 13:23:32	1	Сириус-2-Л	1057
29.01.2009 13:23:37	1	Сириус-2-Л	1057
29.01.2009 13:23:38			
29.01.2009 13:23:39			
29.01.2009 13:46:09			
29.01.2009 15:32:39			
16.03.2009 10:24:08			
16.03.2009 10:24:08			
23.03.2009 18:26:46			
13.12.2011 14:15:18			

Комментарий

Ускорение МТЗ-2 (

Программа слежения за устройствами

Объект	Тип устройства	Сер.номер	Состояние
<input checked="" type="checkbox"/> КГЭУ	Сириус-2-МЛ	2	Нет ответа (8)
<input type="checkbox"/> Тесты	Сириус-2-МЛ	9	Неизвестно
<input type="checkbox"/> Тесты	Сириус-ТН	88	Неизвестно
<input type="checkbox"/> 8	Сириус-2-М	6	Неизвестно
<input type="checkbox"/> 1	РНМ-1	6	Неизвестно
<input type="checkbox"/> Тесты	Сириус-ЦС	4	Неизвестно
<input type="checkbox"/> 23	ИМФ-3Р (v.5)	1	Неизвестно
<input type="checkbox"/> 1	ИМФ-3Р (v.5)	4356	Неизвестно
<input type="checkbox"/> 23	ИМФ-1Р	23	Неизвестно
<input type="checkbox"/> 1	Сириус-2-Л	1057	Неизвестно
<input type="checkbox"/> Тесты	Сириус-2-Л	1066	Неизвестно
<input type="checkbox"/> Тесты	Сириус-ДЗ-35	1	Неизвестно
<input type="checkbox"/> 8	Сириус-2-В	5	Неизвестно



Программа просмотра аварийных осциллограмм ПО «Старт»

