



Институт энергетики,
информационных технологий
и управляющих систем

Релейная защита и автоматика систем электрообеспечения

Лекция №__

Дуговая защита. Виды. Применение. Особенности

Составил: Кузнецов Д. Б.





Постановка задачи

Опасность возникновения электрической дуги в энергоустановках заключается в том, что это явление способно в течение нескольких секунд нанести непоправимый вред оборудованию. Чтобы не допустить аварийных ситуаций, на установках применяется защита от дуговых замыканий (ЗДЗ) – специальное устройство, которое в нужное время срабатывает и отключает оборудование.

При возникновении короткого замыкания, сопровождающегося электродугой, в считанные доли секунды резко возрастает температура (1200 °C), повреждая стенки ячейки и переходя в соседние. Если вовремя не принимаются меры, то необратимо выходят из строя целые секции распределительного устройства с глубокими повреждениями механического и термического характера. В электроустановках возникают очаги возгорания. Падение напряжения с возрастанием тока приводит к торможению и снижению производительности электродвигателей, остановке частей электрической системы, что приводит к локальным и системным (наиболее значительным) авариям. Электрическая дуга может появиться в результате:

- изношенной, поврежденной или загрязненной изоляции;
- нарушения схемы соединения (например, обрыв проводов на линии электропередачи, перекрытие токоведущих элементов животными, птицами);
- неисправности оборудования;

- повышенного уровня влажности;
- коррозии;
- повышения напряжения;
- ошибочных действий обслуживающего персонала во время оперативных переключений в электроустановках.

При обнаружении и минимизации последствий дугового разряда ключевым фактором является время.

Дуговой разряд в течение 500 мс способен значительно повредить изоляцию и, таким образом, за 500 мс ячейка полностью выгорает. При длительности дугового разряда менее 100 мс повреждения часто имеют меньший масштаб, а если дуга устраняется меньше чем за 35 мс, повреждения почти незаметны.

Существуют два основных вида дуговых защит:

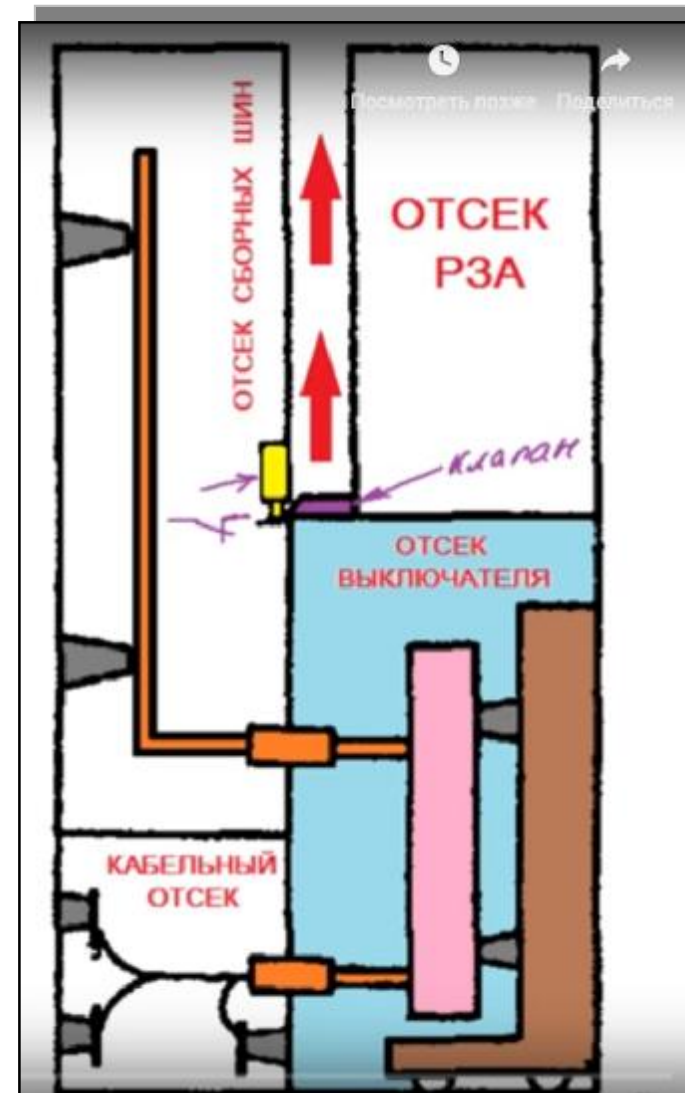
- механическая дуговая защита настраивается на увеличение давления внутри объема ячейки в результате горения дуги – клапан, рамка ...
- электронная дуговая защита настраивается на световой поток, появляющийся в момент возникновения дугового замыкания – фототиристор, фотодиод, оптоволокну (ВОД)).

Для исключения ложных срабатываний дуговая защита должна быть выполнена с контролем тока КЗ (пуск МТЗ) или снижения напряжения (пуск ЗМН).

Принцип действия различных устройств дуговой защиты

Реле защиты от дуги - это устройство, используемое для уменьшения повреждения оборудования и увеличения безопасности персонала. Устройство дуговой защиты обнаруживает дугу в распределительном устройстве. При обнаружении повреждения реле дуговой защиты отключает выключатель. Устройство дуговой защиты работает намного быстрее обычных систем защиты (МТЗ, ТО и т.д.).

Дуговая защита с помощью дугоуловителей и клапанов разгрузки. Для защиты отсека сборных шин по торцам секции КРУ устанавливаются дугоуловители (ДУ). При однорядном размещении двух секций КРУ дугоуловители устанавливаются между секциями. При возникновении в отсеке сборных шин шкафа дуга перемещается (не оставляя никаких следов) по сборным шинам в сторону от источника питания. Добравшись до торцевого шкафа секции, дуга попадает в дугоуловитель. На крыше ДУ установлен разгрузочный клапан с



концевым выключателем. Клапан под действием избыточного давления газов, образующихся при горении электрической дуги, отбрасывается, – срабатывает концевой выключатель, выдавая сигнал на отключение вводного выключателя. Однако для дуговой защиты использование клапана в ячейке значительно ухудшает ее надежность. Клапанная дуговая защита как механическое устройство реагирует не на дугу, а на последствия дуги, и будет работать при достижении давления газов, достаточного для срабатывания, поэтому имеет определенные недостатки: недостаточную чувствительность и значительное время срабатывания.

Дуговая защита на фототиристорах. На секции КРУ фототиристоры дуговой защиты устанавливаются по два на одном кронштейне в линейном (кабельном) отсеке, в отсеке выключателя (трансформатора напряжения и т.д.) и в отсеке сборных шин в зависимости от применяемой конструкции КРУ. Фототиристор - это тиристор, перевод которого в состояние с высокой проводимостью осуществляется световым воздействием.

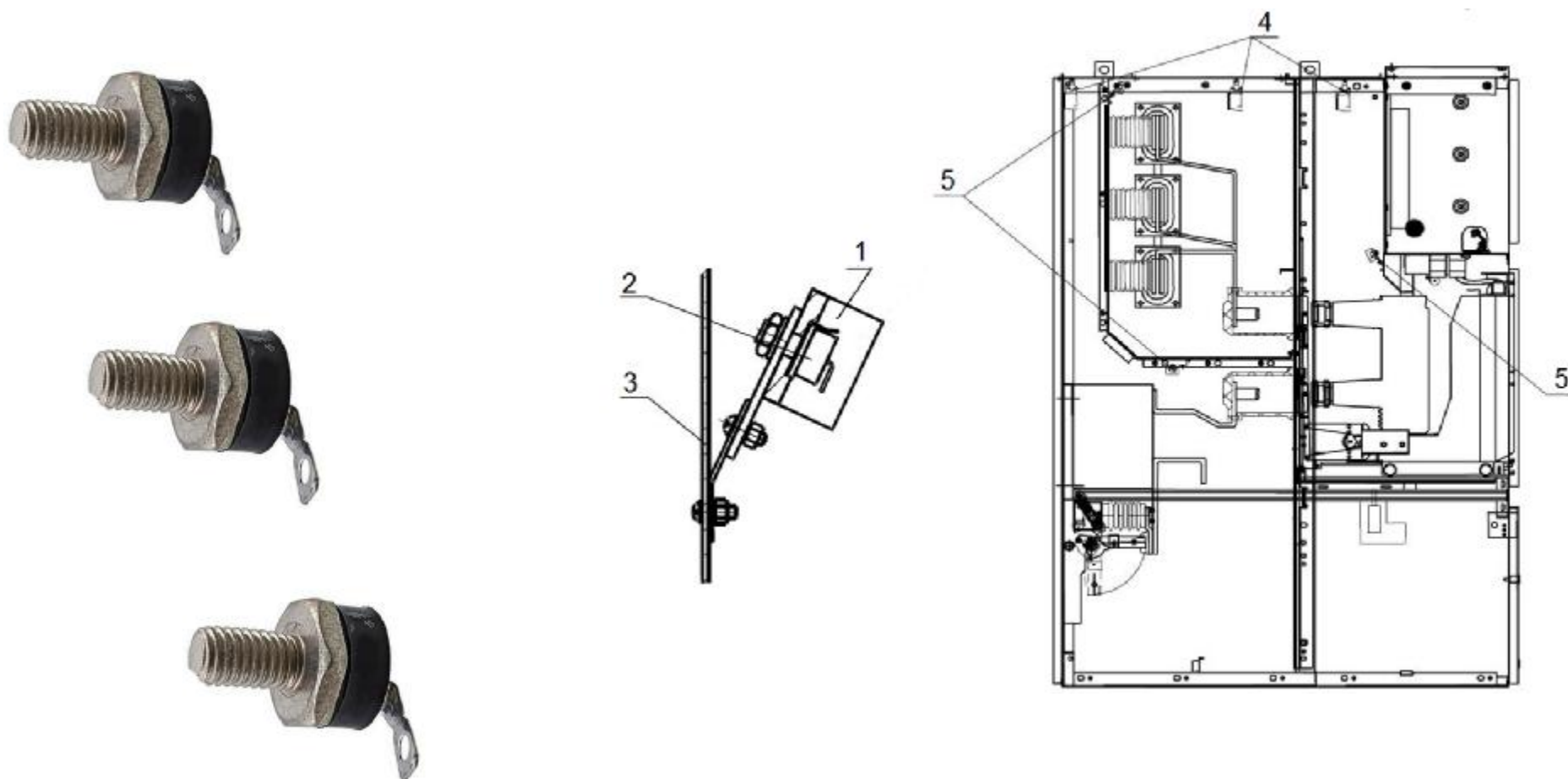
Для управления фототиристором пригодны следующие источники излучения – электрические лампы накаливания, импульсные газоразрядные лампы, светодиоды, квантовые генераторы и др.

Фототиристоры устанавливаются таким образом, чтобы им просматривался защищаемый отсек. Действие фототириستоров различных отсеков, кроме отсека сборных шин, осуществляется на отключение собственного выключателя.



Ячейка КРУ 6(10) кВ. На рисунке можно видеть три основных отсека – кабельный отсек (отсек присоединения), отсек выключателя, отсек сборных шин. Устройства РЗА размещены в релейном шкафу.

Для защиты отсека сборных шин фототиристоры устанавливаются, начиная со второго шкафа, далее через два шкафа на третьем. При возникновении КЗ в отсеке сборных шин фототиристоры по шинкам дуговой защиты подают сигнал на отключение вводного или секционного выключателя. Все фототиристоры подключаются к шинкам дуговой защиты параллельно.

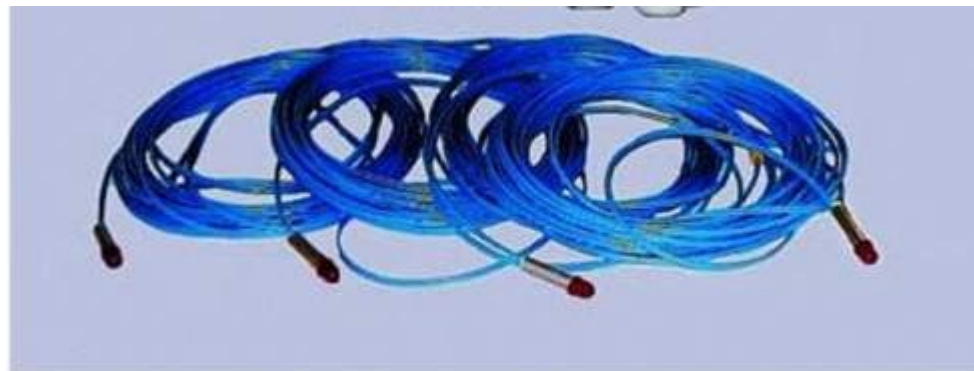


Установка фототиристоров ТФ-132-25-10 в ячейке КРУ

Основные недостатки:

- ограниченный обзор пространства,
- присутствие в зоне возможной дуги электронных компонентов (фототиристоров),
- сложность организации контроля исправности фототиристоров,
- возможность ложной работы из-за токов утечки при параллельном соединении n-числа фототиристоров, при попадании прямого солнечного света или при включении света ламп освещения отсеков КРУ.

Защита на основе волоконно-оптических датчиков. Волоконно-оптические датчики (ВОД), установленные в отсеках высоковольтных шкафов и имеющие практически круговую диаграмму направленности, фиксируют световую вспышку от электрической дуги и передают ее по оптическому волокну в блок детектирования света устройства. При этом, устройство дуговой защиты формирует сигнал на отключение высокого напряжения от распредустройства, тем самым, защищая оборудование от разрушения.



Оптоволоконные датчики

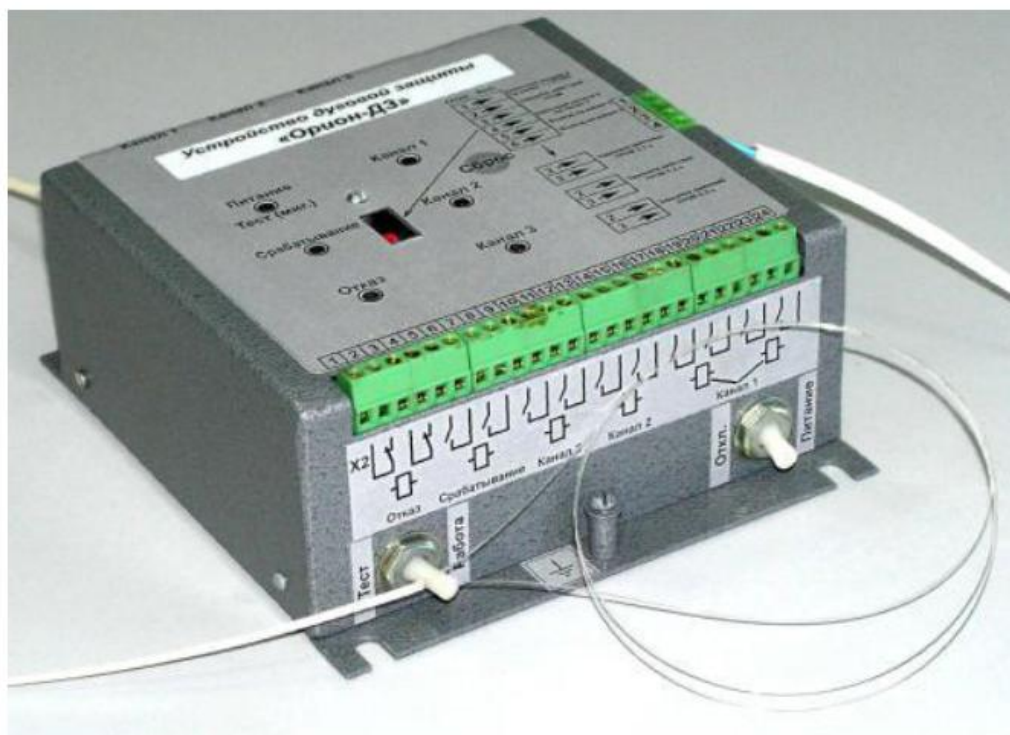
ВОД представляет собой приемник оптического излучения на основе объектива (линзы специальной формы и конструкции), обеспечивающего угол захвата, близкий к 5 стерadianам. Объектив соединен с двухволоконным оптическим кабелем при помощи наконечника. С другой стороны оптический кабель оконцован оптическими вилками для подключения к БДС (блоку детектирования света).



Волоконно – оптический датчик

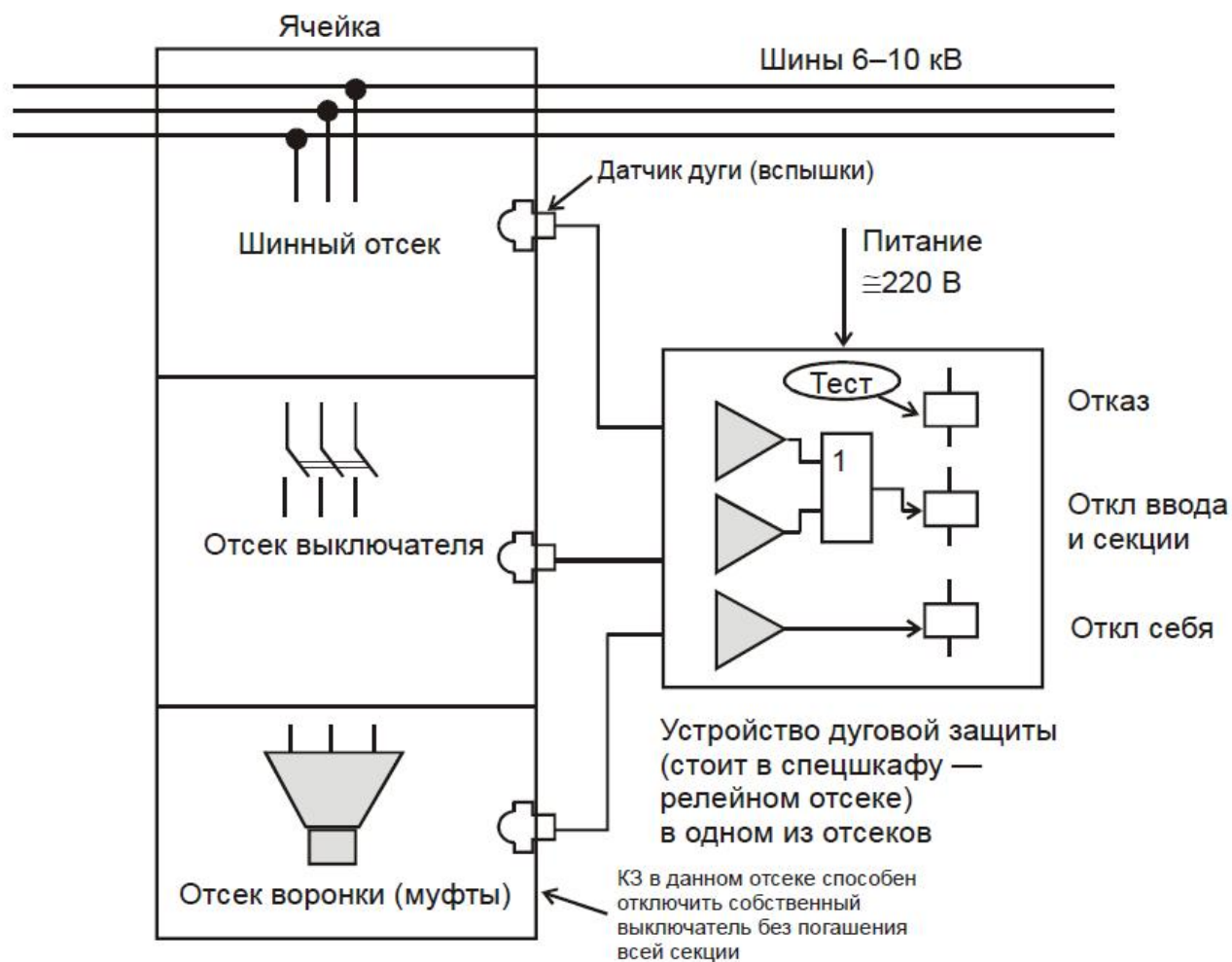
Принципы выполнения дуговой защиты. Дуговая защита на индивидуальных устройствах «Орион-ДЗ» с использованием ВОД.

Дуговая защита ячейки «Орион-ДЗ»



- Реакция на уровень и крутизну фронта световой вспышки (отстройка от фоновой засветки)
- Высокая заводская степень готовности (монтаж на заводе)
- Индивидуальная установка в каждой ячейке
- До трех обслуживаемых зон (отсеков) ячейки
- Возможность отключения своего выключателя
- Постоянный контроль исправности оптодатчиков
- Выдача сигнала на отключение секции (УРОВ) в случае отказа своего выключателя

Дуговая защита ячейки «Орион-Д3»



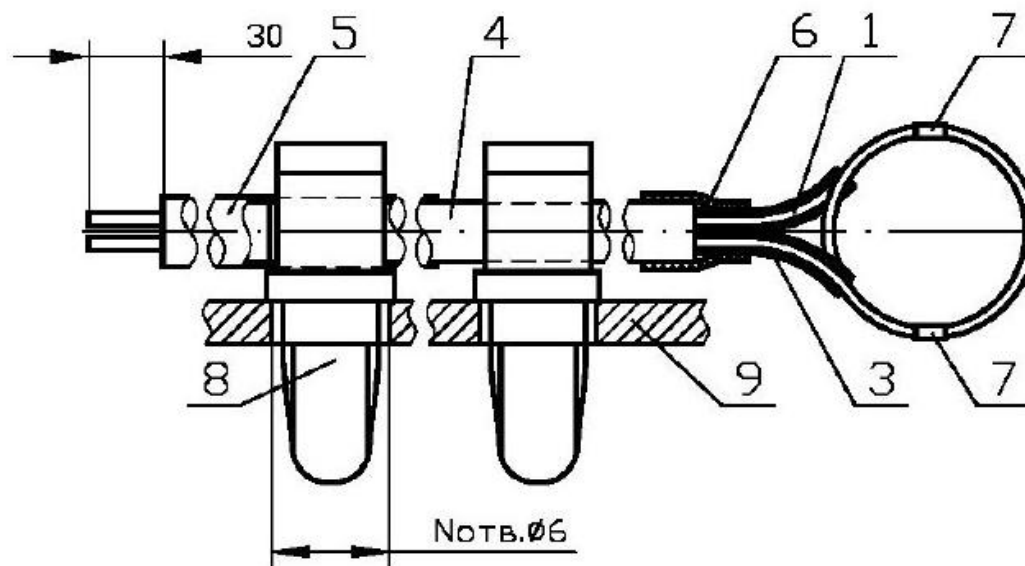


Рис. 14. Датчик дуги: 1 – основной световод, 3...5 – защитная оболочка световодов, 6 – термоусадочная трубка, 7 – место установки хомутиков (клипс) для фиксации приёмного кольца, 8 – клипсы, 9 – стенка, перегородка ячейки.

Датчик дуги представляет собой оптическую петлю из кварцевого моноволокна. На одном конце датчика дуги расположено приёмное кольцо диаметром 80–100 мм (7), а с другой стороны свободные концы («вход» и «выход» световода) и (при необходимости) резервный световод, один конец которого располагается в центре приёмного кольца, а второй в канале фотодиода. Светодиод выполняет функции

формирования «тестового» сигнала, а фотодиод регистрирует «тестовый» и «рабочий» сигналы.

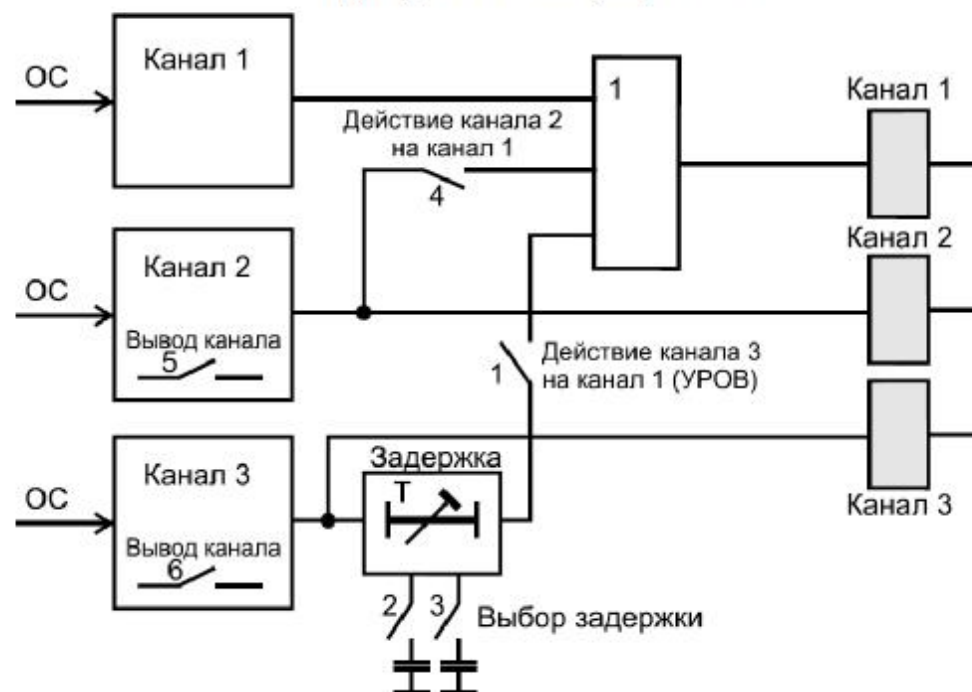
Свето/фотодиоды всех трёх каналов размещены в корпусе оптического блока ОС, расположенном на боковой панели устройства.



ЗАО «РАДИУС Автоматика»

Дуговая защита ячейки «Орион-Д3»

Структурная схема устройства



■
■ Оптоволоконные датчики дуговой защиты Орион-ДЗ



◀ Датчики в линейном отсеке



Датчики в отсеке сборных шин ▶

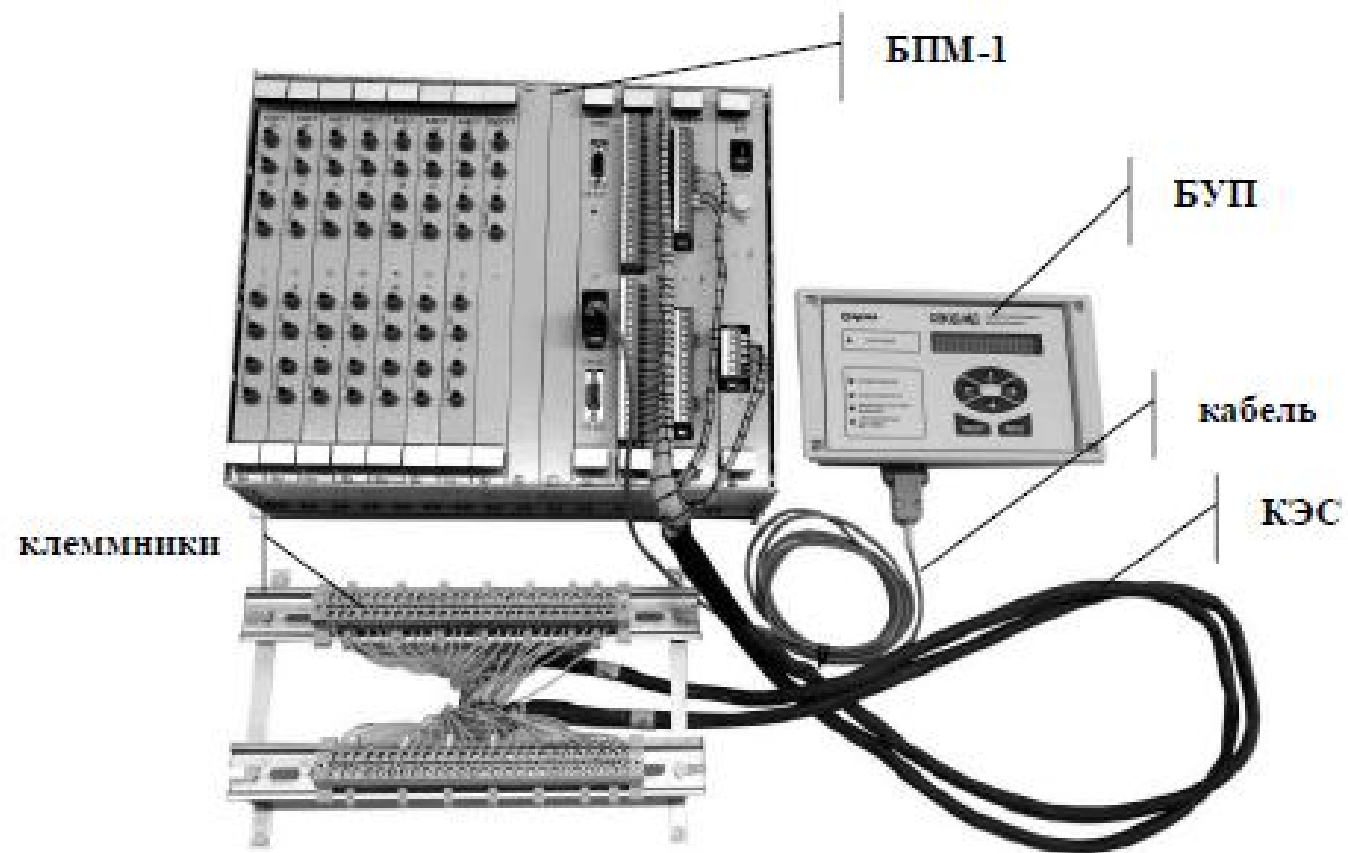


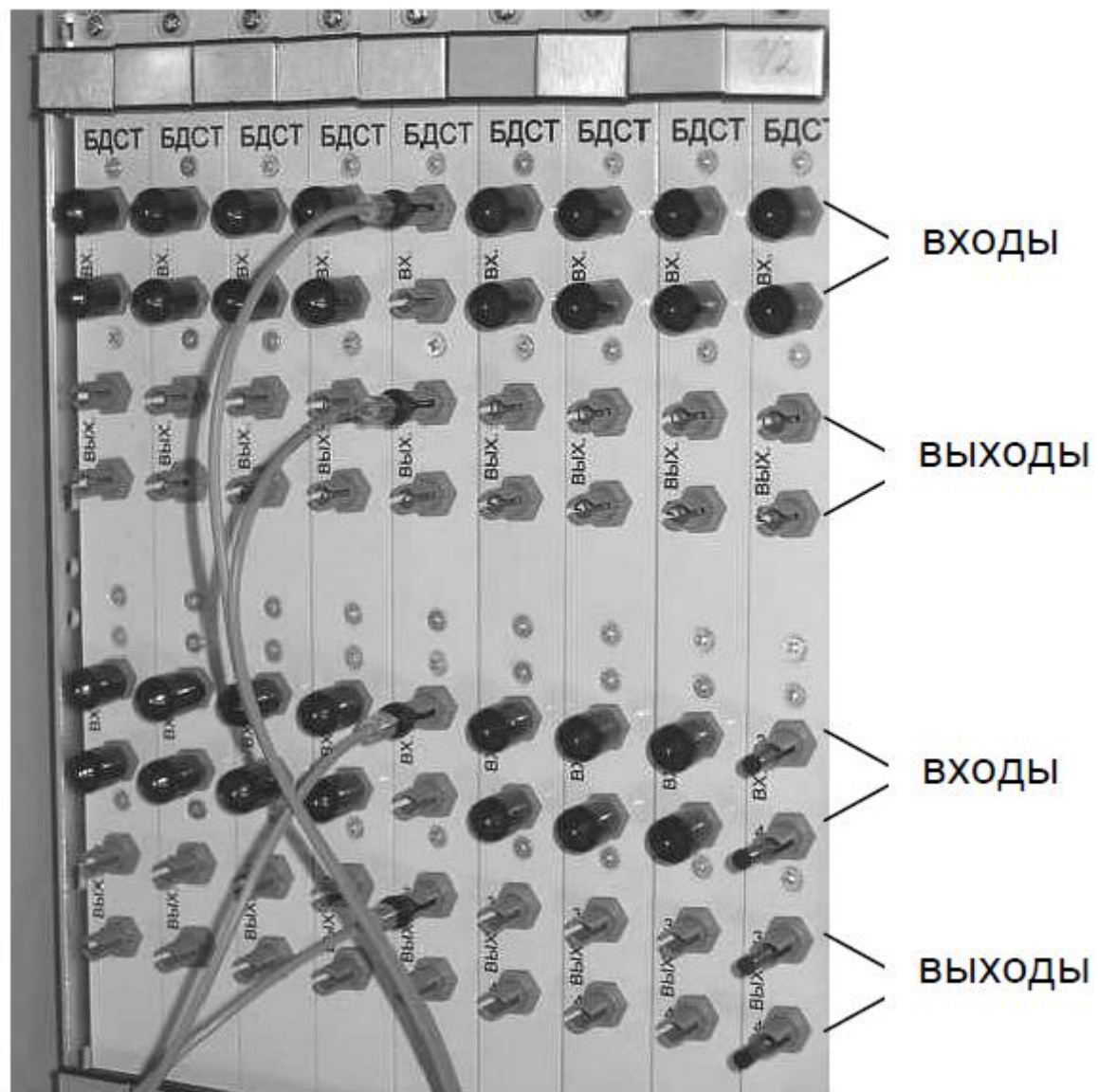
Дуговая защита с применением централизованного устройства «Овод-МД» с возможностью подключения до 48 ВОД.

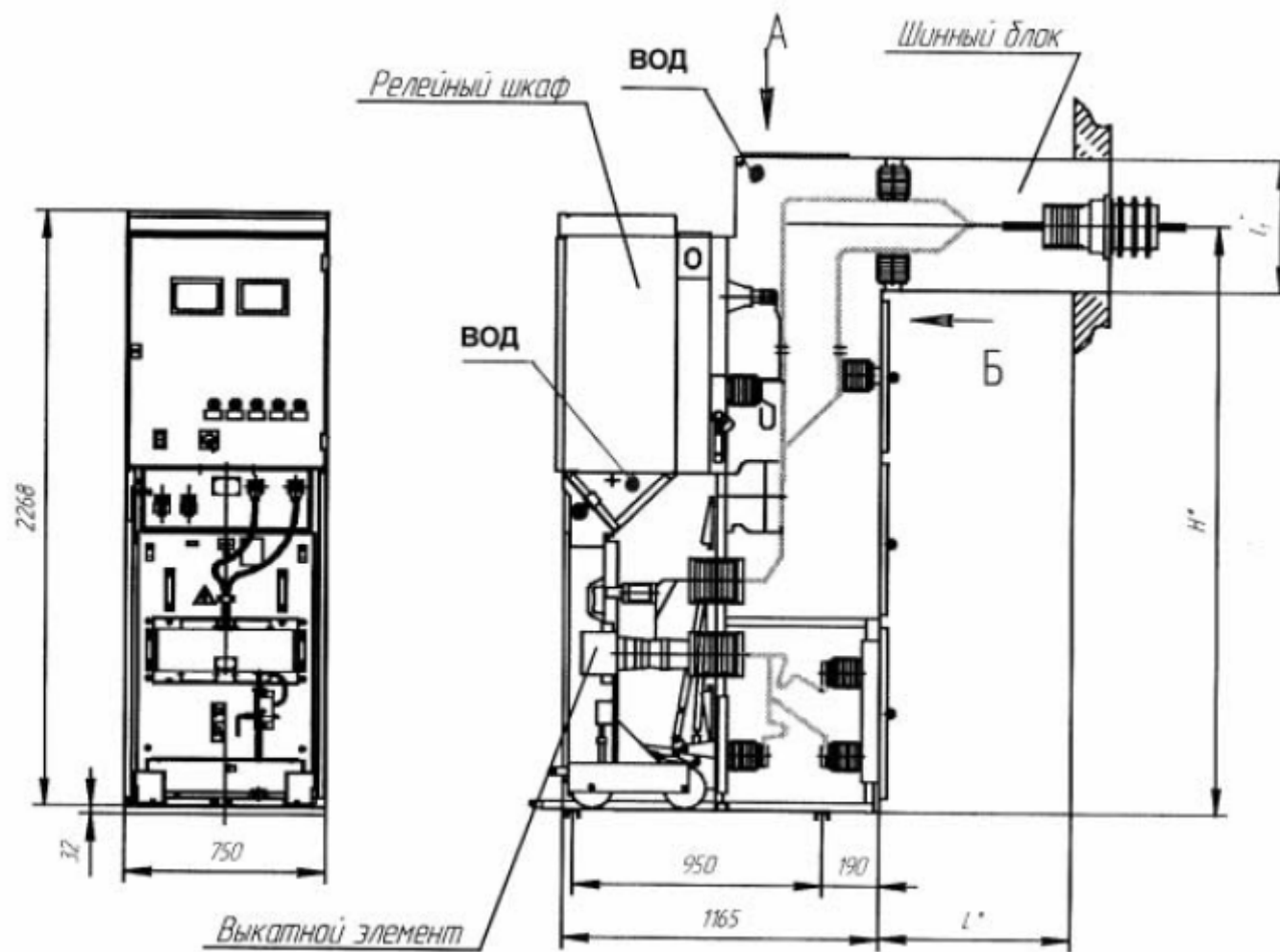


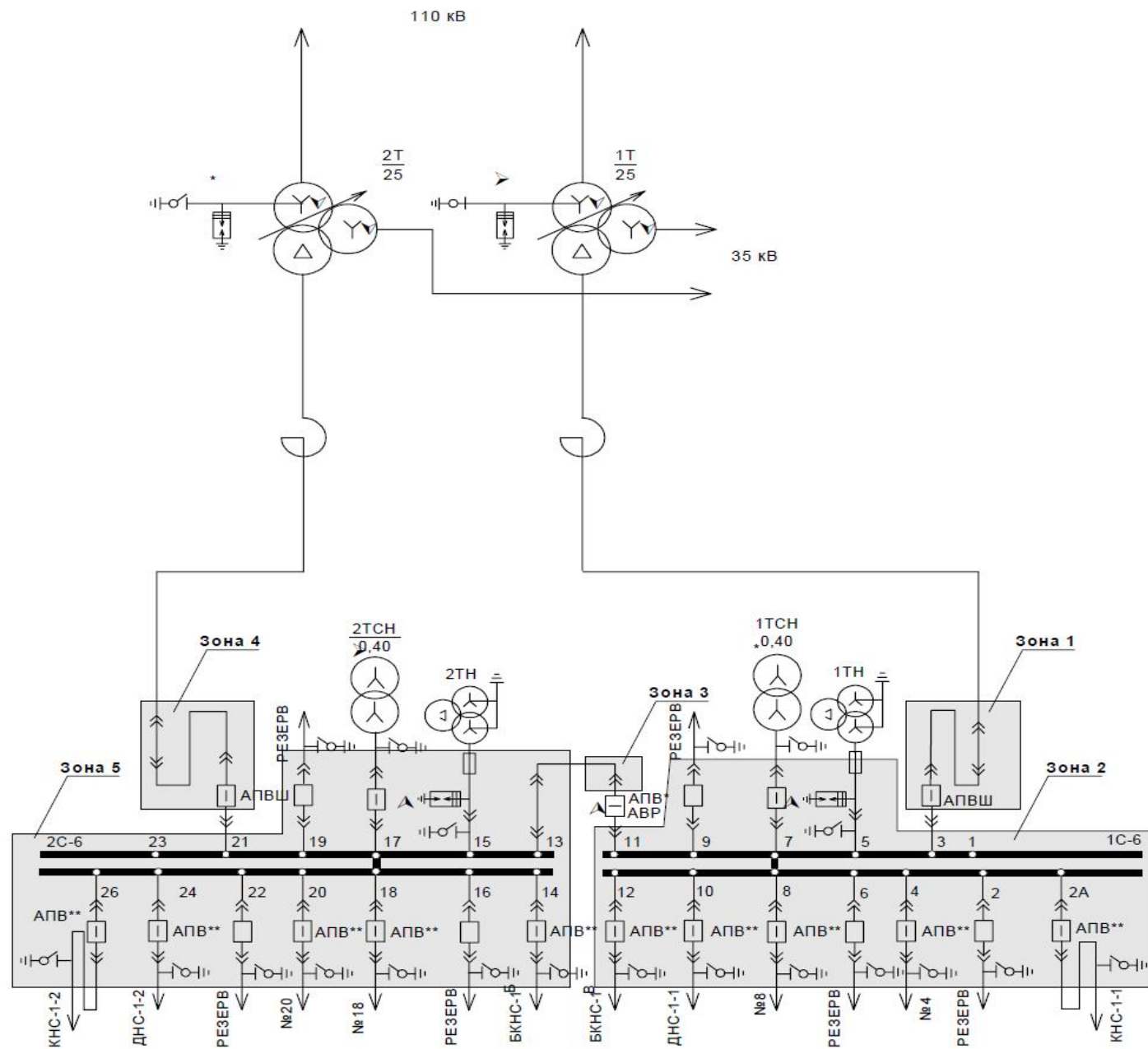
Устройство ОВОД-МД

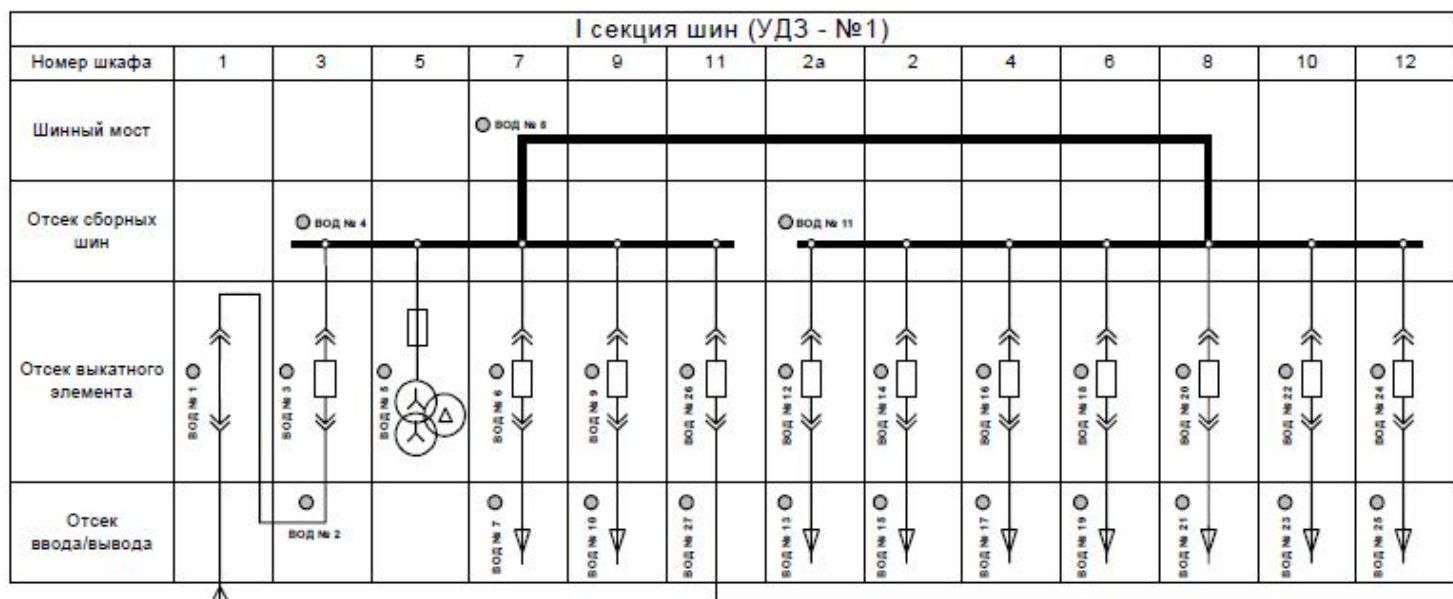
Устройство дуговой защиты ОВОД-МД



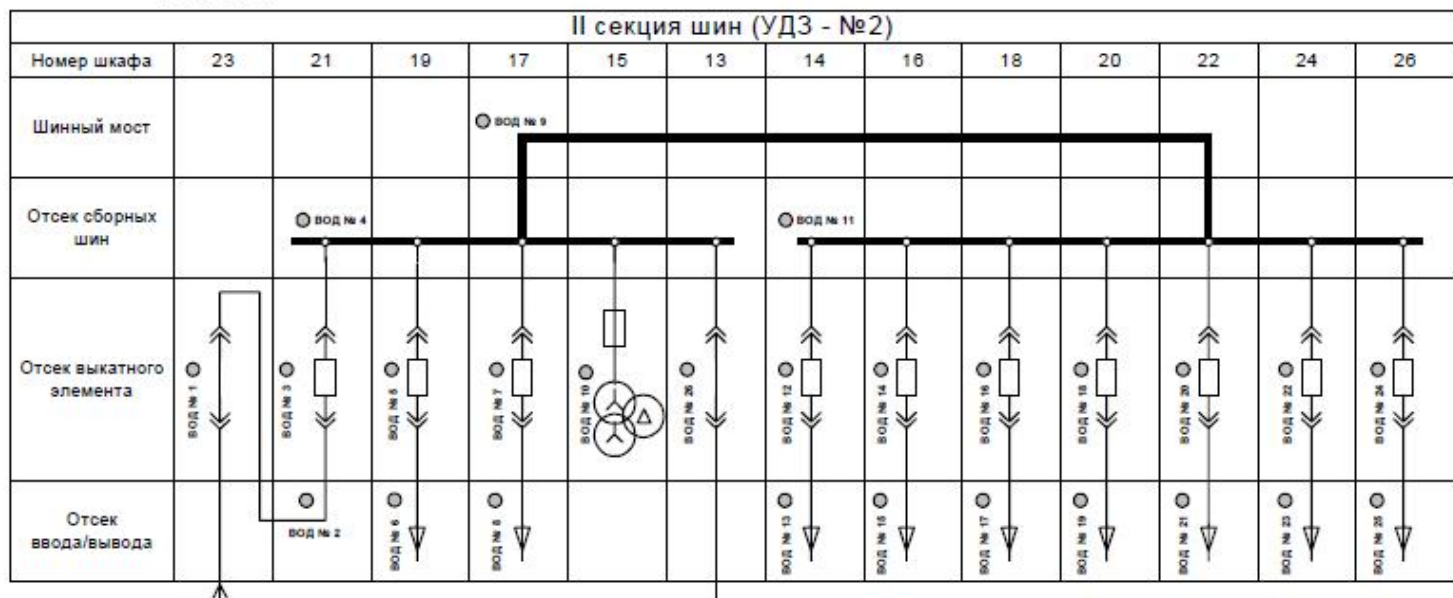




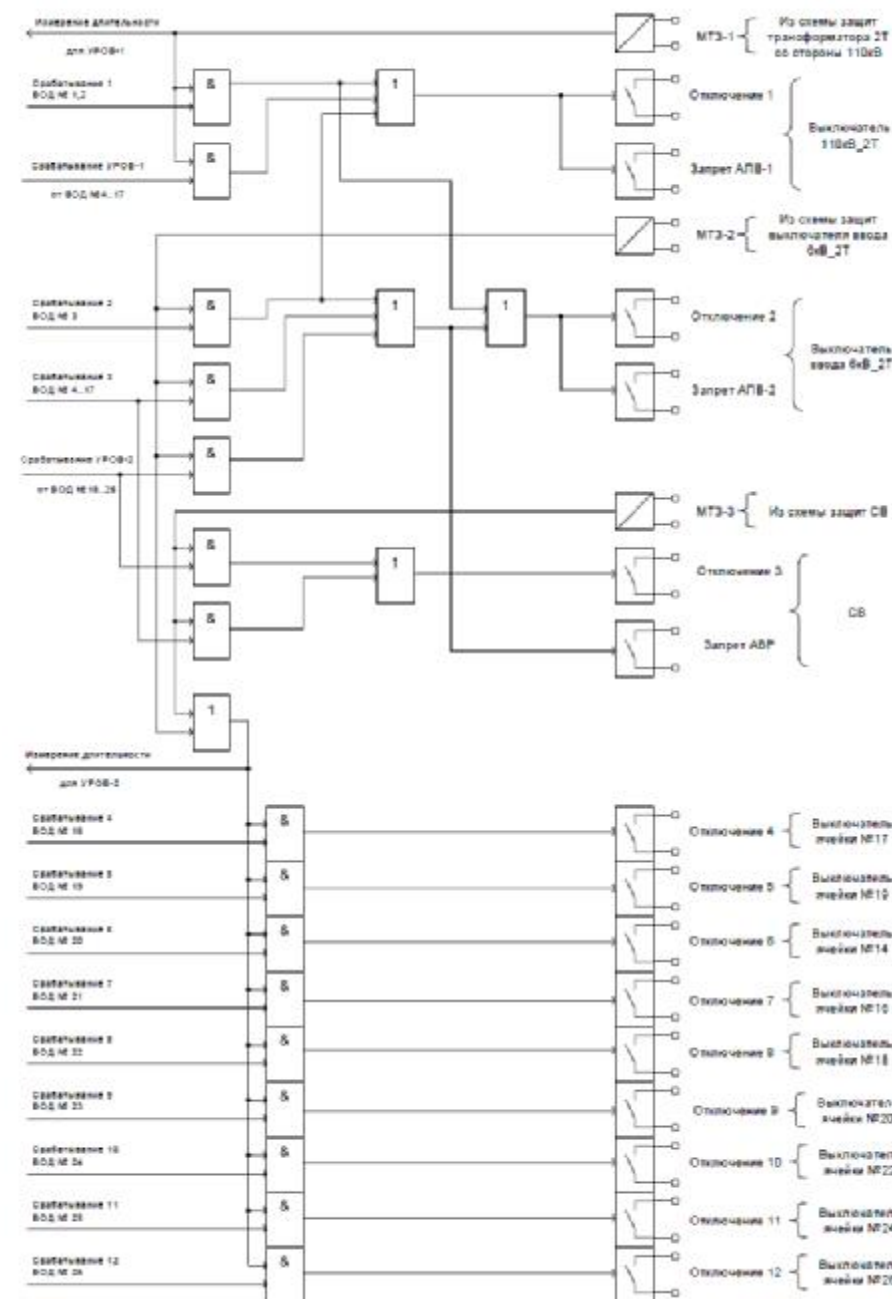
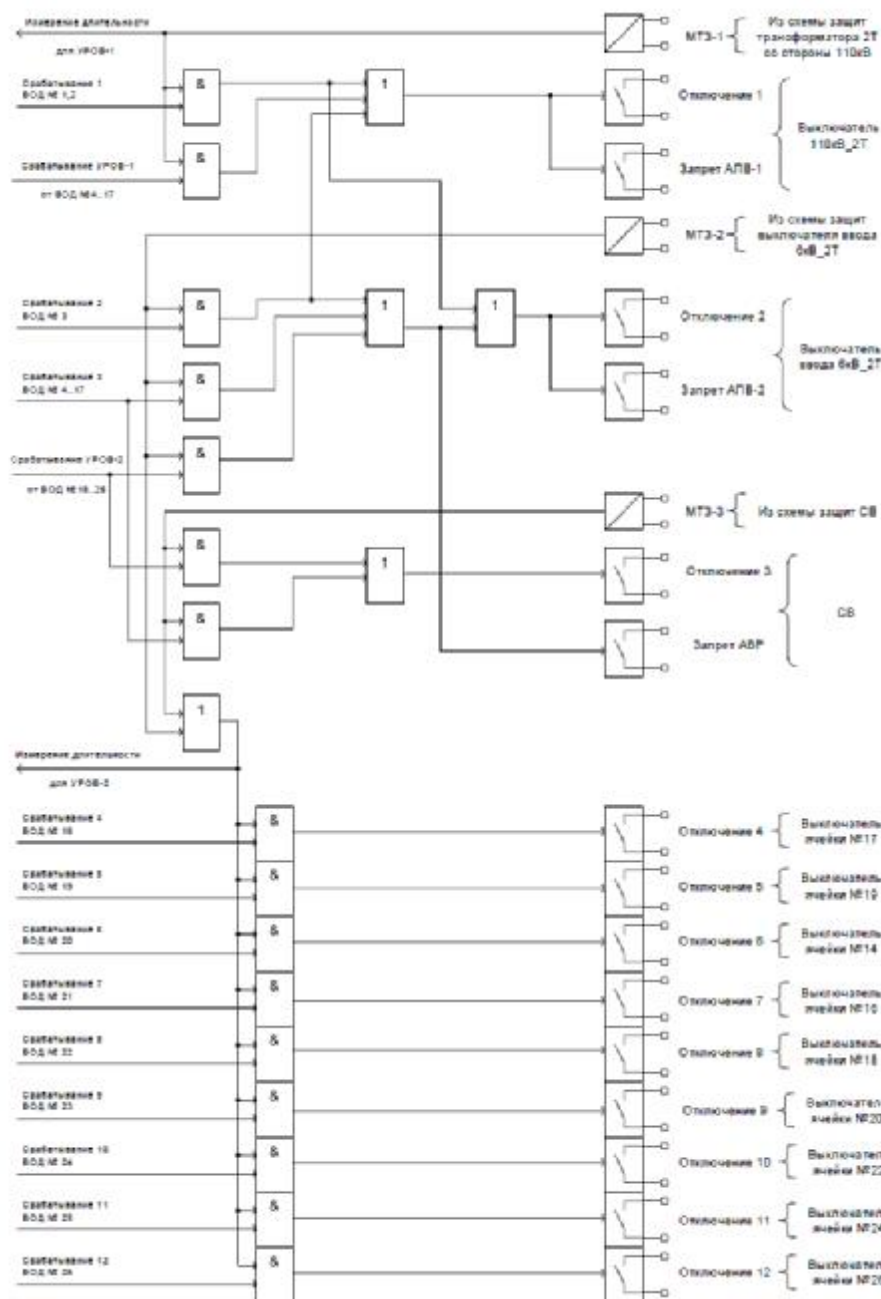


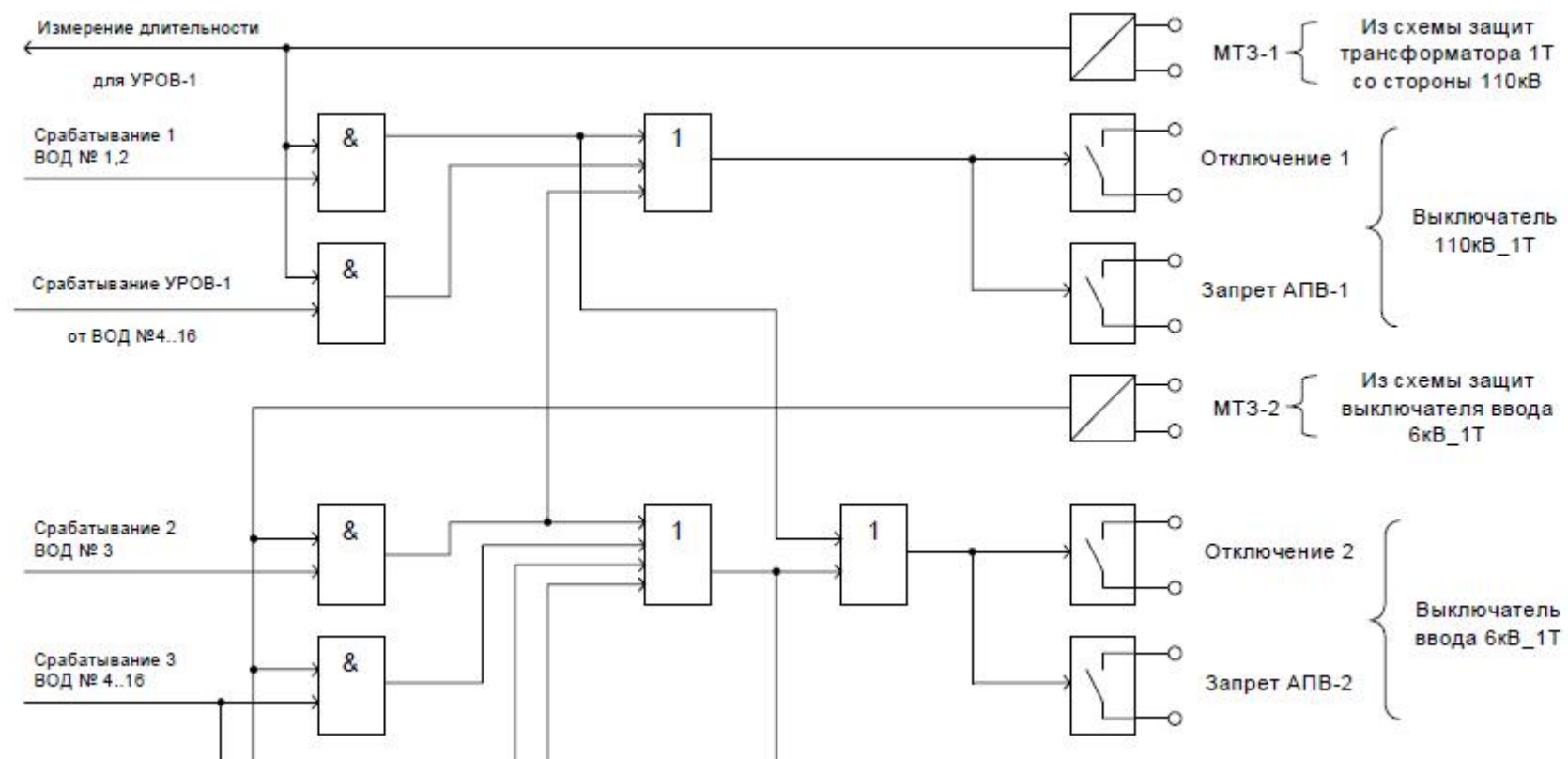


Ввод 6 кВ-1Т



Ввод 6 кВ-2Т





Выбор уставок для защиты от дуговых замыканий

Осуществляется, когда нам нужен контроль тока КЗ. Контроль наличия тока может быть как внутренний (в самой ячейке) так и внешний с использованием внешнего устройства защиты от ЗДЗ (например «ОВОД-МД»).

Токовый контроль выполняется для предотвращения неправильной работы ЗДЗ, в основном контроль тока выполняется со стороны ВН трансформатора, ячейки Ввода и СВ, возможно также выполнение контроля тока на отходящих линиях.

Для примера рассмотрим устройство защиты от ЗДЗ «ОВОД-МД» с использованием волоконно-оптических датчиков (ВОД) реагирующих на световую вспышку при появлении открытой электрической дуги в отсеках ячейки КРУ.

Принцип отключения ЗДЗ следующий:

Отключение присоединения осуществляется только при появлении двух факторов:

- сигнал «Срабатывание» от ВОД;
- сигнал «Пуск МТЗ».

В случае если в «ОВОД-МД» поступил только сигнал «Срабатывание» от ВОД без сигнала «Пуск МТЗ» от терминала защиты ввода или СВ, отключение выключателя от ЗДЗ не происходит, спустя какое то время «ОВОД-МД» выдает сигнал «Неисправность ВОД».

Теперь разобравшись зачем нам нужен контроль тока, перейдем непосредственно к выбору уставок.

1. Ток срабатывания фазного токового контроля определяется по формуле:

$$I_{\text{токф}} = \frac{K_{\text{отс.}}}{K_{\text{с}}} \cdot I_{\text{раб. макс.}} \quad (1)$$

где:

- $K_{\text{отс.}}$ – коэффициент отстройки, принимается 1,15;
- $K_{\text{с}}$ – коэффициент возврата, для микропроцессорных терминалов принимается 0,95-0,96.
- $I_{\text{раб. макс.}}$ – максимальный рабочий ток.

После того как определили ток срабатывания, нужно определить коэффициент чувствительности, он должен быть не меньше 1,5.





Основные преимущества по сравнению с другими защитами:

1 Тип датчика -оптоволоконный, защита радиального типа , это позволяет максимально быстро определить места повреждения, сформировать более гибкую логику работы устройства совместно с РЗА распредустройства.

1. Автоматическая непрерывная проверка работоспособности каждого оптоволоконного тракта , включая датчик, оптический кабель, логику канала защиты и выходные реле всего оптоволоконного тракта от линзы до выходных реле.

2. Фиксация дугового разряда в инфракрасном диапазоне, на самом начальном этапе формирования дугового разряда – искровом. Широкая частотная полоса пропускания (порядка 70 кГц) и высокая чувствительность (160А) дают возможность регистрировать не только дуговые, но и искровые разряды, длительность которых от нескольких до сотен микросекунд, а яркость свечения на три порядка превышает яркость дугового разряда. Эта особенность позволяет УДЗ максимально быстро отключать поврежденный участок от питающего напряжения (в течение 7 - 9 мс при работе без блокировки максимальной токовой защиты), в том числе и при однофазном замыкании на землю элементов ячейки.