

# Комплект защиты автотрансформатора и автоматика управления выключателем

ООО «НТЦ «Механотроника»  
[www.mtrele.ru](http://www.mtrele.ru)

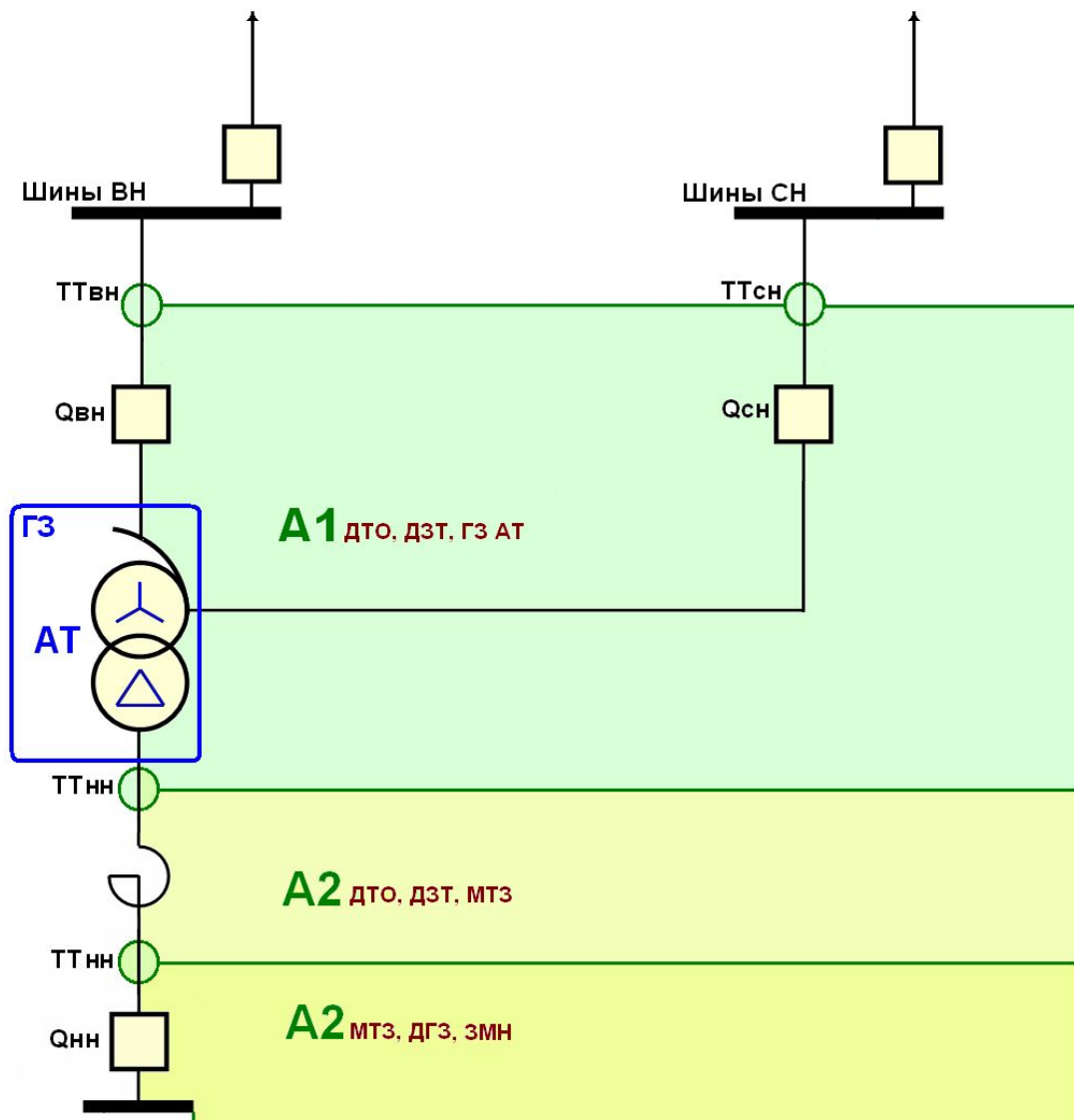
Начальник отдела системотехники,  
ПИРОГОВ М. Г.

# Исполнение основных защит автотрансформатора (АТ) с применением шкафа ШЗАТ-МТ-021

- ⊕ **Стандартный шкаф 2000x800x600(400)**
  
- ⊕ **Комплект А1 (А4) – терминал типа БМРЗ-ТД:**
  - ✓ Продольная дифференциальная токовая защита (ДТО, ДЗТ), работа с учётом действия РПН ВН, РПН СН, РПН в нейтрали;
  - ✓ Комплект сигналов от газовых защит АТ, РПН, ЛРТ с действием на отключение АТ;
  - ✓ УРОВ ВН, УРОВ СН;
  - ✓ Защита от перегрузки общей обмотки АТ;
  - ✓ Приём сигнала от датчика контроля температуры или уровня масла.
  
- ⊕ **Комплект А2 – терминал типа БМРЗ-ДЗО\*** (основные и резервные защиты ЛРТ и стороны НН АТ):
  - ✓ Дифференциальная токовая защита (ДТО, ДЗТ);
  - ✓ Максимальная токовая защита (МТЗ НН);
  - ✓ Защита минимального напряжения;
  - ✓ Защита от дуговых замыканий;
  - ✓ УРОВ НН1, УРОВ НН2.
  
- ⊕ **Комплект А3 – терминал типа БМРЗ-ЦРН\*:**
  - ✓ Автоматика регулирования напряжения автотрансформатора под нагрузкой;
  - ✓ Возможность применение автоматического и ручного регулирования;
  - ✓ Блокировка РПН при перегрузке по току;
  - ✓ Постоянная или интегральная задержка управления;
  - ✓ Регулирование напряжения с учётом токовой нагрузки.
  
- ⊕ **Клемные соединения, переключатели, цепи внешней сигнализации, указательные реле.**

*\*опционально, при необходимости может не устанавливаться или меняться на дублирующий А1*

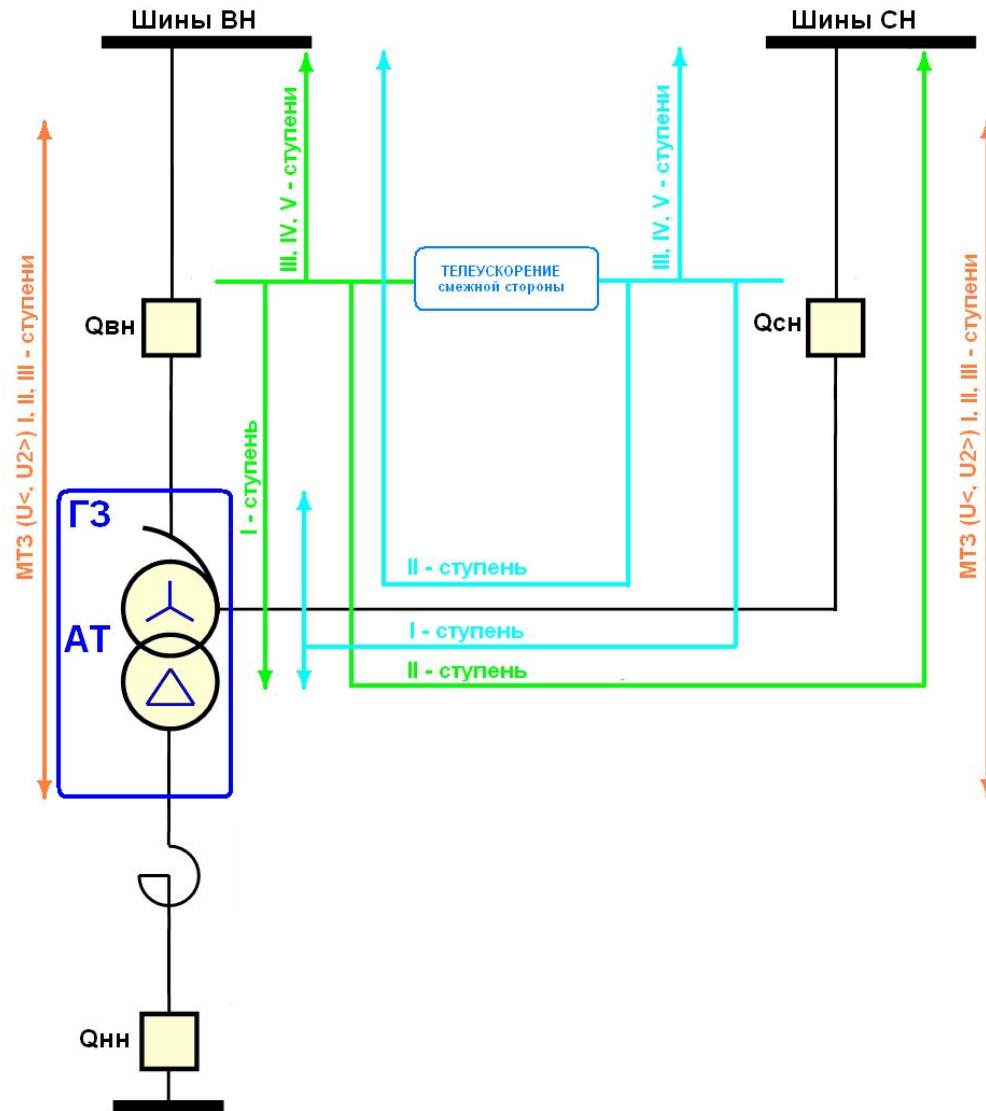
# Зона действия основных защит АТ



# Исполнение резервных защит стороны автотрансформатора и автоматики управления выключателем с применением шкафа ШЗАТ-МТ-022

- ☺ Стандартный шкаф 2000x800x600(400)
- ☺ **Комплект А1 и А2 – терминалы типа БМРЗ-АТР:**
  - ✓ Пятиступенчатая дистанционная защита;
  - ✓ Пятиступенчатая направленная токовая защита нулевой последовательности;
  - ✓ Комплект сигналов от газовых защит АТ, РПН, ЛРТ с действием на отключение АТ;
  - ✓ Максимальная токовая защита;
  - ✓ Токовая отсечка;
  - ✓ Защита от неполнофазного режима;
  - ✓ УРОВ присоединения;
  - ✓ Автоматическая разгрузка по току;
  - ✓ Реле тока для пуска автоматики охлаждения;
  - ✓ Приём сигналов от датчиков контроля температуры и уровня масла;
  - ✓ Автоматика управления выключателем стороны АТ;
- ☺ **Клемные соединения, переключатели, цепи внешней сигнализации, указательные реле.**

# Зона действия резервных защит АТ



# Исполнение основных защит автотрансформатора (АТ) с применением шкафа ШЗАТ-МТ-021

## ☺ Продольная дифференциальная токовая защита

**Назначение:** защита от всех видов коротких замыканий (КЗ) в обмотках АТ и на выводах, включая витковые замыкания в обмотках;

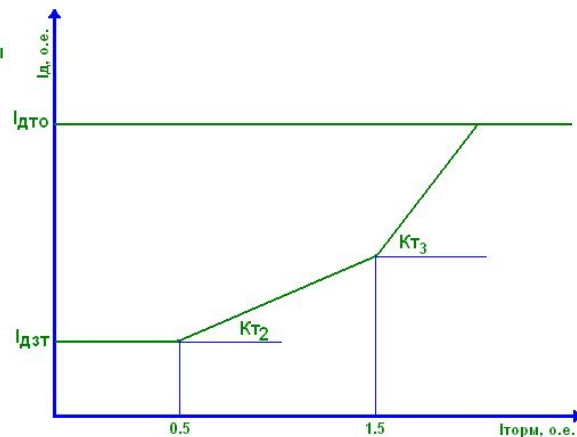
- ✓ ДТО имеет быстродействие <30мс (при кратности  $I_d$  к уставке равной 1.1);
- ✓ ДЗТ имеет быстродействие <40мс (при кратности  $I_d$  к уставке равной 1.1 и при кратности условий блокировки 0.8);
- ✓ Две группы уставок (точные и грубые), автоматически переключаемые в зависимости от положения РПН;
- ✓ Блокировка ДЗТ при броске тока намагничивания: быстродействующий информационный признак блокировки (ИПБ) основанный на анализе формы кривой дифференциального тока с применением соотношения  $(I_{(100)}+I_{(200)})/I_{(50)}$ ;
- ✓ Перекрестная блокировка с возможностью автоматического ввода и вывода через заданный промежуток времени.

# Исполнение основных защит АТ с применением шкафа ШЗАТ-МТ-021

Характеристика дифференциальной защиты автотрансформатора

$$\dot{I}_d = \frac{\dot{I}_{ВН} + \dot{I}_{СН} + \dot{I}_{НН}}{I_N}$$

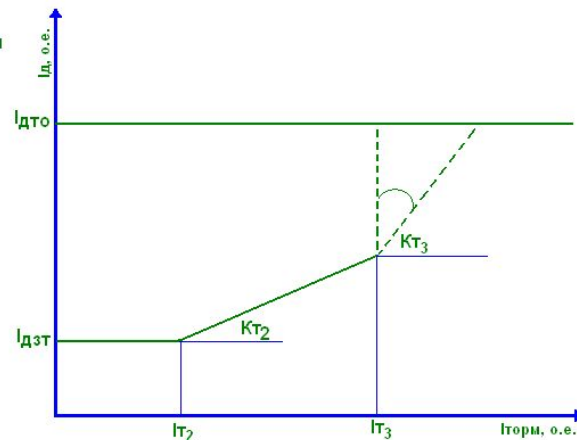
$$I_T = \frac{|I_{ВН}| + |I_{СН}| + |I_{НН}|}{2 \cdot I_N}$$



Характеристика дифференциальной защиты ошиновки стороны НН автотрансформатора

$$\dot{I}_d = \frac{\dot{I}_{ВН} + \dot{I}_{СН} + \dot{I}_{НН}}{2 \cdot I_N}$$

$$I_T = \frac{|I_{ВН}| + |I_{СН}| + |I_{НН}|}{I_N}$$



$I_{дто}$	5.0 - 15.0 $I_N$
$I_{дзт}$	0.2 - 0.8 $I_N$
$K_{Т2}$	0.2 - 0.6
$K_{Т3}$	0.45 - 0.9
ИПБ	0.15 - 0.45
$\frac{I_{(100)} + I_{(200)}}{I_{(50)}}$	0.15 - 0.45

$I_{дто}$	1.0 - 15.0 $I_N$
$K_{Т2}$	0.2 - 0.6
$K_{Т3}$	0.2 - $\infty$
$\frac{I_{(100)} + I_{(200)}}{I_{(50)}}$	0.15 - 0.45
$I_{Т2}$	0.15 - 0.5 $I_N$
$I_{Т3}$	0.5 - 10.0 $I_N$

# Исполнение основных защит АТ с применением шкафа ШЗАТ-МТ-021

## ☺ Газовая защита автотрансформатора

**Назначение:** защита от всех видов КЗ внутри бака АТ и в контакторном устройстве РПН, сопровождающихся выделением газа

- ✓ Газовая защита имеет две ступени: сигнальная и отключающая. Действие на отключение выдаётся на выключатели сторон ВН, СН и НН;
- ✓ 3 газовых реле (пофазно) с действием на отключение для контакторного объёма РПН;
- ✓ Дополнительное резервирование функции газовой защиты с применением электромеханических реле (прямое действие на отключение АТ со всех сторон);



# Исполнение основных защит АТ с применением шкафа ШЗАТ-МТ-021

## ☺ Газовая защита ЛРТ и РПН ЛРТ

**Назначение:** защита от всех видов КЗ внутри бака ЛРТ и в контакторном устройстве РПН ЛРТ, сопровождающихся выделением газа

- ✓ Газовая защита имеет две ступени: сигнальная и отключающая. Действие на отключение выдаётся на выключатели сторон ВН, СН и НН;
- ✓ Газовое реле с действием на отключение для контакторного объёма РПН ЛРТ;
- ✓ Дополнительное резервирование функции газовой защиты с применением электромеханических реле (прямое действие на отключение);

## Дополнение шкафа основных защит АТ

- ☺ **Максимальная токовая защита (МТЗ НН)**
  - Назначение:** защита от КЗ на шинах НН, а так же резервирования повреждения элементов подключенных к сторонам НН
  - ✓ МТЗ НН имеет трёхфазное трёхступенчатое исполнение
  - ✓ МТЗ НН выполняется отдельно для стороны НН1(3) и НН2(4) с возможностью ускорения при включении выключателя;
  - ✓ Реле минимального напряжения ( $<U_{ab}, U_{bc}$ );
  
- ☺ **Дополнительные возможности**
  - ✓ Контроль исправности цепей напряжения;
  - ✓ Логическая защита шин;
  - ✓ Защита от дуговых замыканий с контролем по току;
  - ✓ Блокировки автоматического ввода резерва;
  - ✓ Формирование команд автоматического повторного включения.

# Исполнение резервных защит автотрансформатора и автоматики управления выключателем с применением шкафа ШЗАТ-МТ-022

## ☺ Дистанционная защита от междуфазных повреждений

**Назначение:** частичное резервирование основных защит АТ и защит смежной стороны, дальнейшее резервирование в сетях ВН и СН, облегчение условий согласования защит удаленных концов линий с защитами линий среднего напряжения.

- ✓ Пять ступеней с возможностью корректной работы при потере измерительных цепей переменного напряжения при близких КЗ;
- ✓ Ускорение действия от пуска соответствующей защиты смежной стороны;
- ✓ Деблокировка при возникновении КЗ;
- ✓ Блокировка при выявлении неисправности в цепях переменного напряжения;
- ✓ Оперативное ускорение при выводе ДЗШ;
- ✓ Автоматическое ускорение при включении выключателя;
- ✓ Дифференцированное отключение сторон АТ.

# Исполнение резервных защит автотрансформатора и автоматики управления выключателем с применением шкафа ШЗАТ-МТ-022

- ⊙ Дистанционная защита от междуфазных замыканий (ДЗМФ)

Расчёт активного и реактивного сопротивления:

Контур	Ортогональные составляющие подводимого к РС тока	Ортогональные составляющие подводимого к РС напряжения
<b>AB</b>	$I_X(k) = I_{AX}(k) - I_{BX}(k)$ $I_Y(k) = I_{AY}(k) - I_{BY}(k)$	$U_X(k) = U_{A0X}(k) - U_{B0X}(k)$ $U_Y(k) = U_{A0Y}(k) - U_{B0Y}(k)$
<b>BC</b>	$I_X(k) = I_{BX}(k) - I_{CX}(k)$ $I_Y(k) = I_{BY}(k) - I_{CY}(k)$	$U_X(k) = U_{B0X}(k) - U_{C0X}(k)$ $U_Y(k) = U_{B0Y}(k) - U_{C0Y}(k)$
<b>CA</b>	$I_X(k) = I_{CX}(k) - I_{AX}(k)$ $I_Y(k) = I_{CY}(k) - I_{AY}(k)$	$U_X(k) = U_{C0X}(k) - U_{A0X}(k)$ $U_Y(k) = U_{C0Y}(k) - U_{A0Y}(k)$

$$R(k) = \frac{U_X(k)I_X(k) + U_Y(k)I_Y(k)}{I_X(k)I_X(k) + I_Y(k)I_Y(k)}$$

$$X(k) = \frac{U_Y(k)I_X(k) - U_X(k)I_Y(k)}{I_X(k)I_X(k) + I_Y(k)I_Y(k)}$$

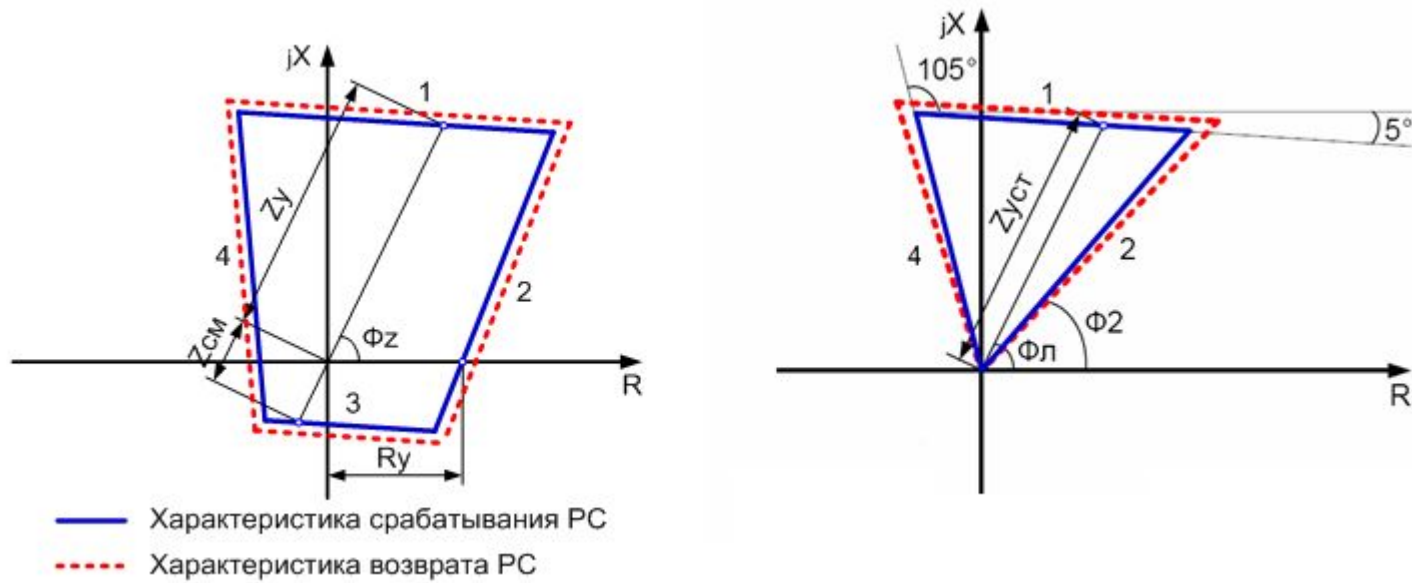
$$F(\alpha) = A \cdot \alpha + B$$

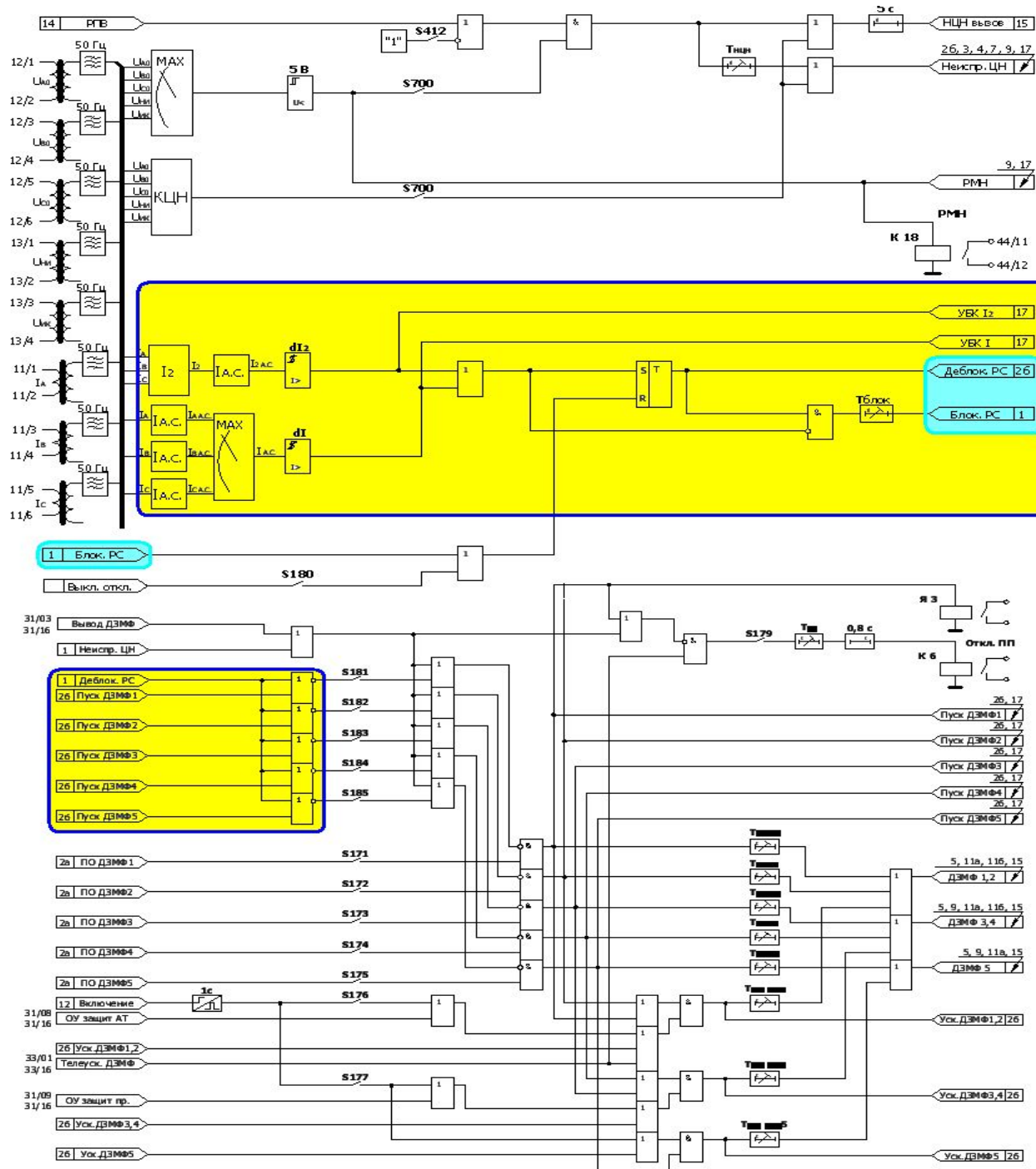
$$N = [X(k) \leq F_1(R(k))] \& [R(k) \leq F_2(X(k))] \& [X(k) \geq F_3(R(k))] \& [R(k) \geq F_4(X(k))]$$

# Исполнение резервных защит автотрансформатора и автоматики управления выключателем с применением шкафа ШЗАТ-МТ-022

- ⊙ Дистанционная защита от междуфазных замыканий (ДЗМФ)

Характеристики реле сопротивления:





# Исполнение резервных защит стороны автотрансформатора и автоматики управления выключателем с применением шкафа ШЗАТ-МТ-022

## ☺ Направленная токовая защита нулевой последовательности

**Назначение:** частичное резервирование основных защит АТ и защит смежной стороны, дальнейшее резервирование в сетях ВН и СН, облегчение условий согласования защит удаленных концов линий с защитами линий среднего напряжения.

- ✓ Ускорение действия от пуска соответствующей защиты смежной стороны;
- ✓ Деблокировка при возникновении КЗ;
- ✓ Блокировка при выявлении неисправности в цепях переменного напряжения;
- ✓ Оперативное ускорение при выводе ДЗШ;
- ✓ Автоматическое ускорение при включении выключателя;
- ✓ Дифференцированное отключение сторон АТ.

# Исполнение резервных защит стороны автотрансформатора и автоматики управления выключателем с применением шкафа ШЗАТ-МТ-022

## ☺ Направленная токовая защита нулевой последовательности

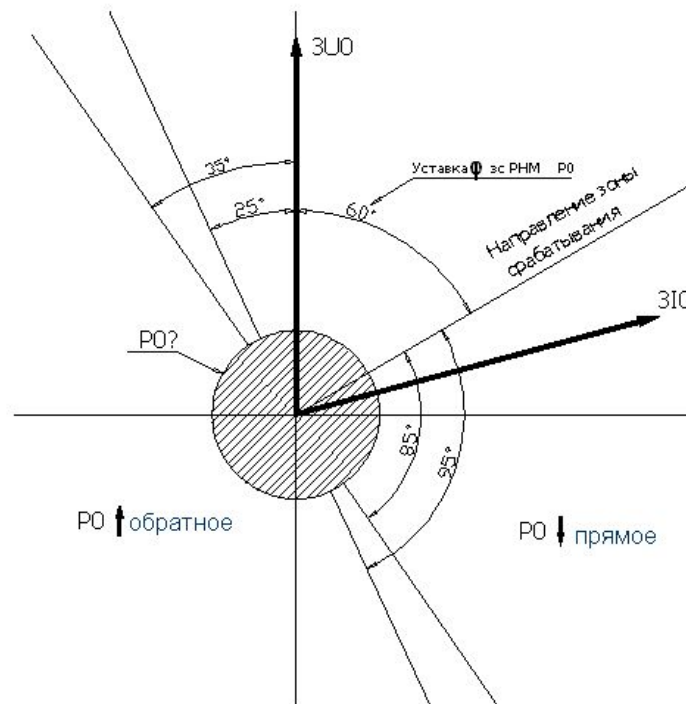
**Назначение:** частичное резервирование основных защит АТ и защит смежной стороны, дальнейшее резервирование в сетях ВН и СН, облегчение условий согласования защит удаленных концов линий с защитами линий среднего напряжения.

- ✓ Ускорение действия от пуска соответствующей защиты смежной стороны;
- ✓ Деблокировка при возникновении КЗ;
- ✓ Блокировка при выявлении неисправности в цепях переменного напряжения;
- ✓ Оперативное ускорение при выводе ДЗШ;
- ✓ Автоматическое ускорение при включении выключателя;
- ✓ Дифференцированное отключение сторон АТ.



# Исполнение резервных защит автотрансформатора и автоматики управления выключателем с применением шкафа ШЗАТ-МТ-022

- ⊙ Направленная токовая защита нулевой последовательности  
Характеристика реле определения направления мощности нулевой последовательности.



# Исполнение резервных защит автотрансформатора и автоматики управления выключателем с применением шкафа ШЗАТ-МТ-022

## ☺ Комплект сигналов от газовых защит

**Назначение:** защита от всех видов КЗ внутри бака АТ и в контакторном устройстве РПН, внутри бака ЛРТ и в контакторном устройстве РПН ЛРТ, сопровождающихся выделением газа.

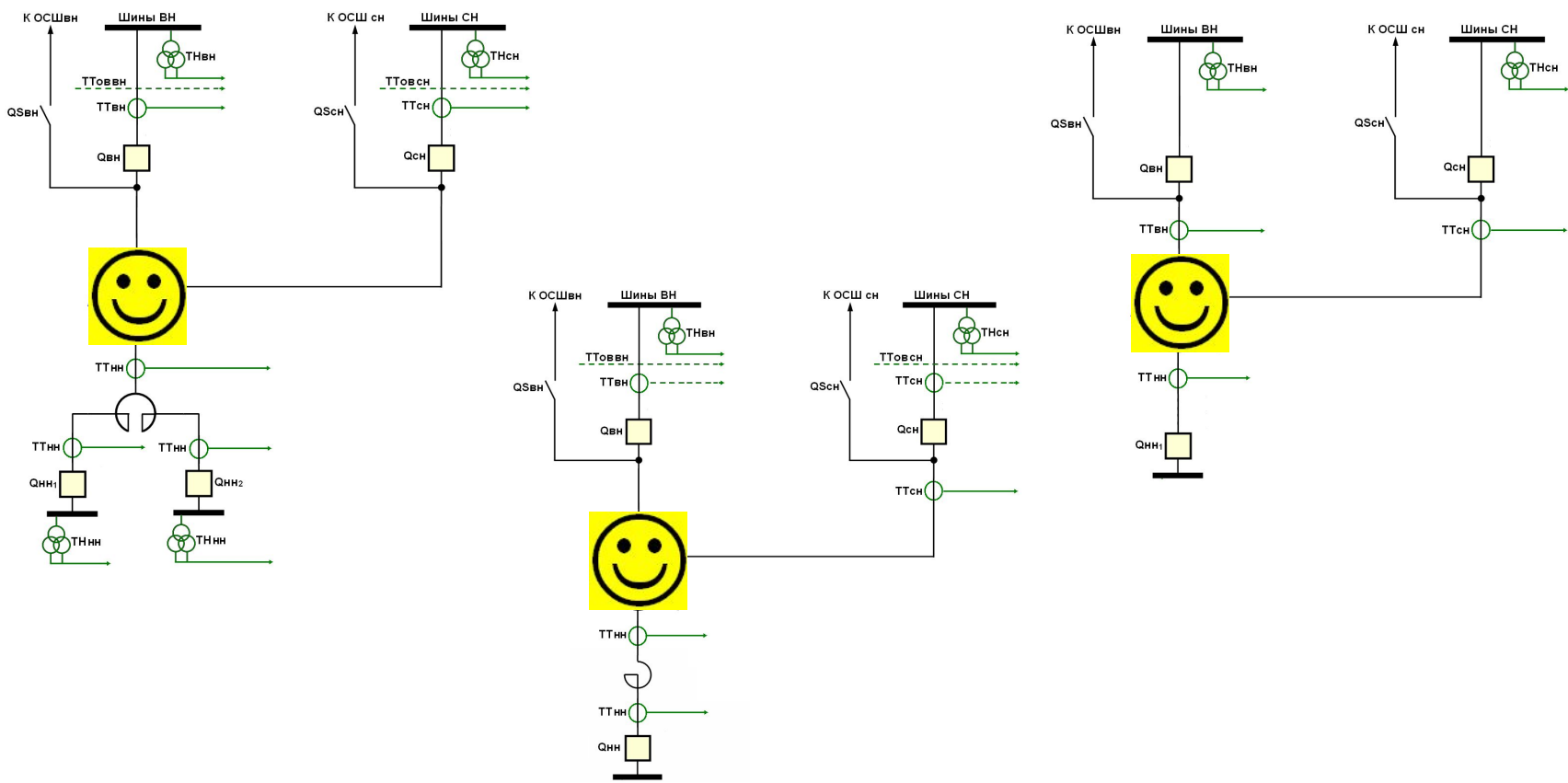
- ✓ Газовая защита имеет две ступени: сигнальная и отключающая. Действие на отключение выдаётся на выключатели сторон ВН, СН и НН;
- ✓ Дополнительное резервирование функции газовой защиты с применением электромеханических реле (прямое действие на отключение АТ со всех сторон);

## ☺ Максимальная токовая защита (МТЗ)

**Назначение:** действие на отключение АТ при всех видах коротких замыканий

- ✓ МТЗ имеет трёхфазное трёхступенчатое исполнение, с фильтрацией тока нулевой последовательности;
- ✓ Возможность ускорения второй ступени при включении выключателя;
- ✓ Комбинированный пусковой орган по напряжению: реле минимального напряжения на шинах своей стороны, реле максимального напряжения обратной последовательности.

# Применение комплекта защит автотрансформатора



**БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!**

ООО «НТЦ «Механотроника»  
[www.mtrele.ru](http://www.mtrele.ru)

Начальник отдела системотехники,  
ПИРОГОВ М. Г.