

# Комплект защиты 2-х и 3-обмоточных трансформаторов и автоматика управления выключателем

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

Начальник отдела системотехники  
ПИРОГОВ Михаил Геннадьевич

# Требования ПУЭ

## РАЗДЕЛ 3. ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА

### ГЛАВА 3.2. РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА. ЗАЩИТА ТРАНСФОРМАТОРОВ (АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ) С ОБМОТКОЙ ВЫСШЕГО НАПРЯЖЕНИЯ 3 кВ И ВЫШЕ И ШУНТИРУЮЩИХ РЕАКТОРОВ 500 кВ

- **3.2.51.** Для трансформаторов должны быть предусмотрены устройства релейной защиты от следующих видов повреждений и ненормальных режимов работы:
  - 1) многофазных замыканий в обмотках и на выводах;
  - 2) однофазных замыканий на землю в обмотке и на выводах, присоединенных к сети с глухозаземленной нейтралью;
  - 3) витковых замыканий в обмотках;
  - 4) токов в обмотках, обусловленных внешними КЗ;
  - 5) токов в обмотках, обусловленных перегрузкой;
  - 6) понижения уровня масла;
  - 7) частичного пробоя изоляции вводов 500 кВ;
  - 8) однофазных замыканий на землю в сетях 3—10 кВ с изолированной нейтралью, если трансформатор питает сеть, в которой отключение однофазных замыканий на землю необходимо по требованиям безопасности (см. 3.2.96).
- Рекомендуется, кроме того, применение защиты от однофазных замыканий на землю на стороне 6—35 кВ автотрансформаторов с высшим напряжением 220 кВ и выше

# Исполнение защит 2- и 3-обмоточных трансформаторов с применением шкафов ШЗТ-МТ-051, ШЗТ-МТ-052

## Стандартный шкаф 2000x800x600(400)

- **Комплект А1 – терминал типа БМРЗ-ТД**  
(основная защита трансформатора):
- **Комплект А2 – терминал типа БМРЗ-ТР**  
(резервная защита трансформатора):
- **Комплект А3 – терминал типа БМРЗ-ДЗО\***  
(защита ошиновки и реактора стороны НН):
- **Комплект А4 – терминал типа БМРЗ-ЦРН\***  
Автоматика регулирования напряжения автотрансформатора под нагрузкой;
- **Клемные соединения, переключатели, цепи внешней сигнализации, указательные реле.**

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

# Состав основных защит

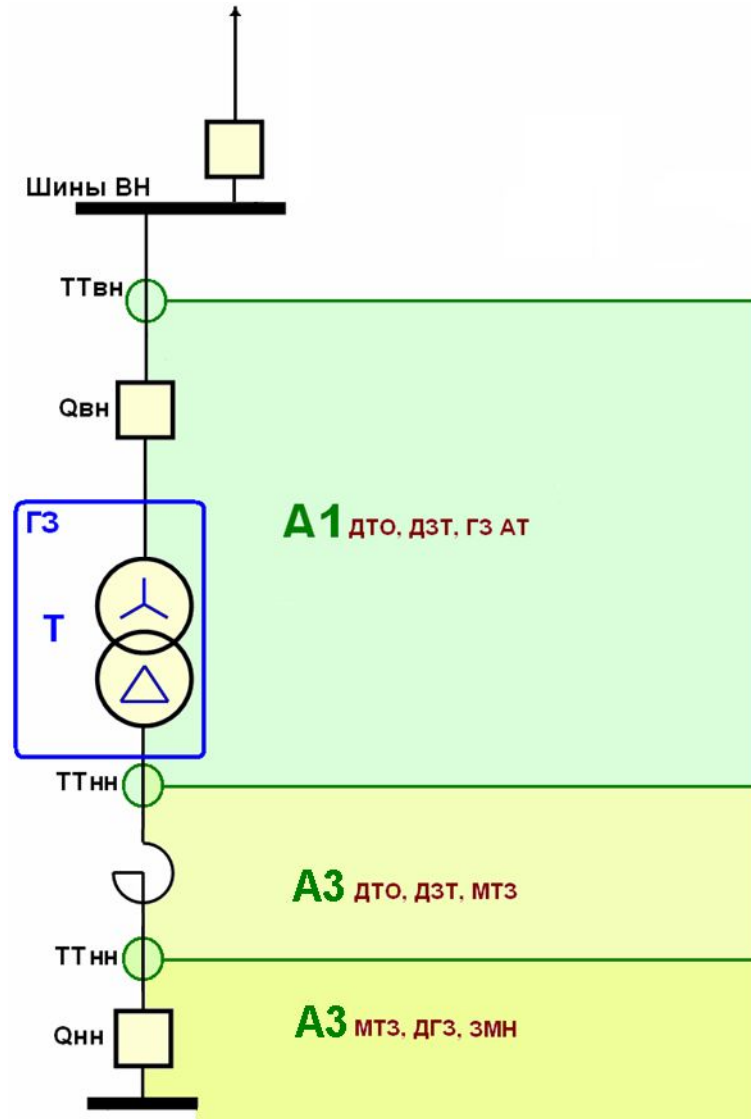
## Комплект А1 – терминал типа БМРЗ-ТД (основная защита трансформатора):

- ✓ Продольная дифференциальная токовая защита (ДТО, ДЗТ), с учётом действия РПН;
- ✓ Обработка сигналов от газовых защит трансформатора, РПН, с действием на отключение;
- ✓ УРОВп, УРОВд ВН;
- ✓ Управление короткозамыкателем и разъединителем.

## Комплект А3 – терминал типа БМРЗ-ДЗО (защита ошиновки и реактора стороны НН):

- ✓ Дифференциальная токовая защита (ДТО, ДЗТ);
- ✓ Максимальная токовая защита (МТЗ НН);
- ✓ Защита минимального напряжения;
- ✓ Защита от дуговых замыканий;
- ✓ УРОВ НН1, УРОВ НН2.

# Зоны действия основных защит



# Продольная дифференциальная токовая защита

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

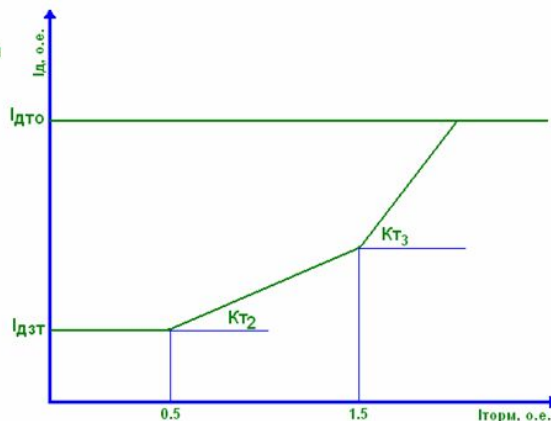
- ✓ ДТО: быстродействие <30мс (при кратности  $I_d$  к уставке равной 1.1);
- ✓ ДЗТ: быстродействие <40мс (при кратности  $I_d$  к уставке равной 1.1 и при кратности условий блокировки 0.8);
- ✓ Две группы уставок (точные и грубые), автоматически переключаемые при работе РПН;
- ✓ Блокировка ДЗТ при броске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

# Характеристики срабатывания продольной дифференциальной защиты

Характеристика дифференциальной защиты трансформатора

$$I_{д} = \frac{I_{вН} + I_{сН} + I_{нН}}{I_n}$$

$$I_{г} = \frac{|I_{вН}| + |I_{сН}| + |I_{нН}|}{2 \cdot I_n}$$

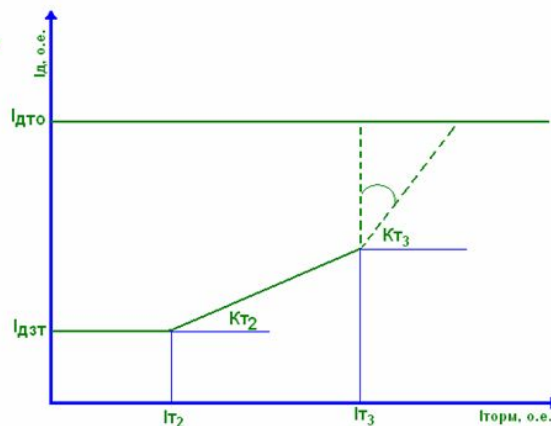


|  |                  |
|--|------------------|
| $I_{дто}$                                | 5.0 - 15.0 $I_n$ |
| $I_{дзт}$                                | 0.2 - 0.8 $I_n$  |
| $K_{т2}$                                 | 0.2 - 0.6        |
| $K_{т3}$                                 | 0.45 - 0.9       |
| ИПБ                                      | 0.15 - 0.45      |
| $\frac{I_{(100)} + I_{(200)}}{I_{(50)}}$ | 0.15 - 0.45      |

Характеристика дифференциальной защиты ошиновки стороны НН трансформатора

$$I_{д} = \frac{I_{вН} + I_{сН} + I_{нН}}{2 \cdot I_n}$$

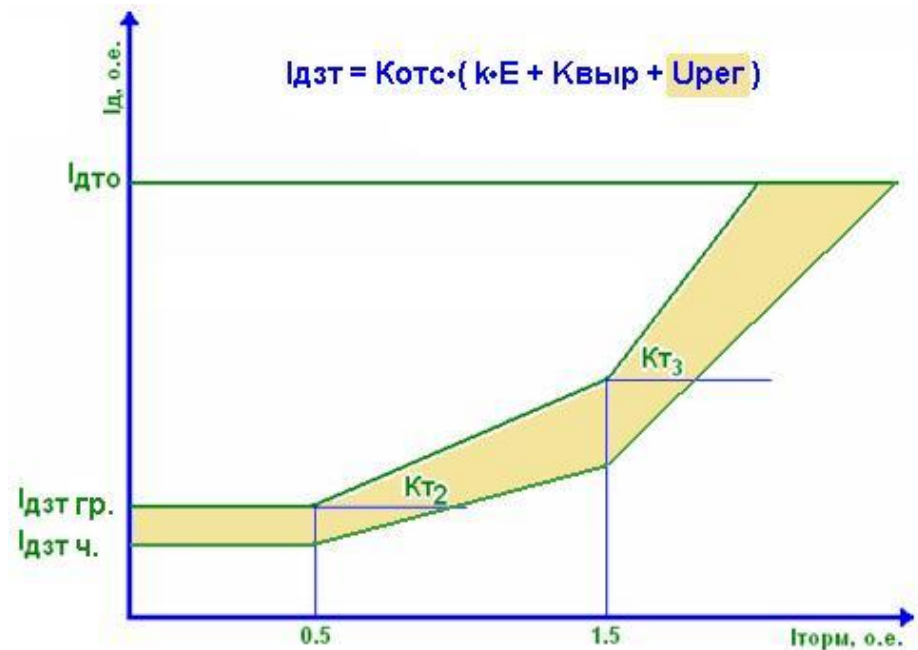
$$I_{г} = \frac{|I_{вН}| + |I_{сН}| + |I_{нН}|}{I_n}$$



|  |                  |
|--|------------------|
| $I_{дто}$                                | 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      |
| $I_{г2}$                                 | 0.15 - 0.5 $I_n$ |
| $I_{г3}$                                 | 0.5 - 10.0 $I_n$ |

# Учет положения РПН при работе ДЗТ

- Одна из составляющих дифференциального тока - ток небаланса, обусловленный работой РПН
- Алгоритм учета положения РПН позволяет учесть величину одной из составляющих тока небаланса
- Обеспечивается снижение начального тока срабатывания ДЗТ и повышение чувствительности защиты

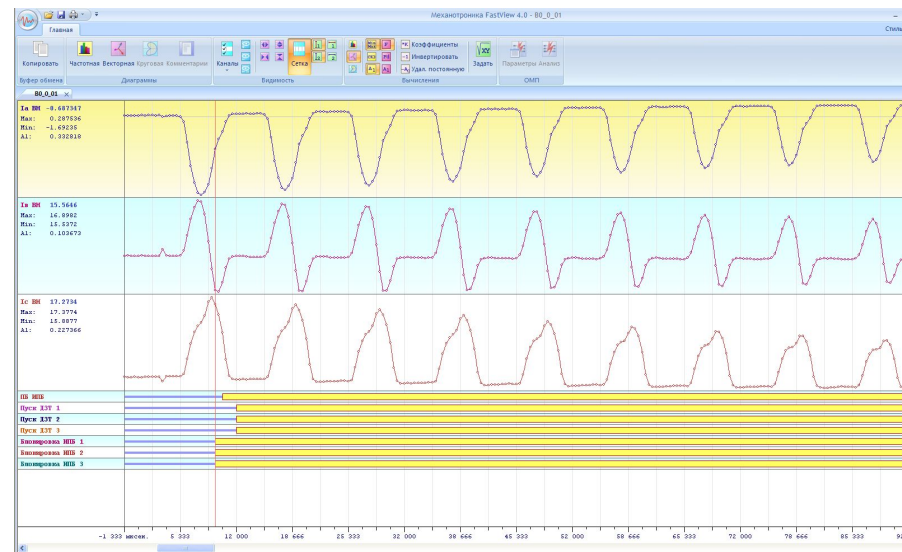




# Блокировка ДЗТ при бросках тока намагничивания трансформатора

- Пофазная блокировка ДЗТ при периодическом БТН неэффективна вследствие малой доли высших гармоник и небольшой безтоковой паузы.

**Решение:** ИПБ с перекрестным блокированием ДЗТ.



# Резервная защита трансформатора

**Комплект А2 – терминал типа БМРЗ-ТР (резервная защита трансформатора):**

- ✓ МТЗ/ПОН, УМТЗ, ТЗНП, ТЗНПТ, ИПБ, ЗОФ, ДгЗ, ЛЗШп
- ✓ Обработка сигналов от газовых защит трансформатора, РПН, с действием на отключение
- ✓ УРОВп, УРОВд ВН
- ✓ Обработка сигналов датчиков контроля температуры, уровня масла, давления элегаза ТТ и выключателя
- ✓ Обработка сигналов датчиков давления элегаза ТТ и выключателя
- ✓ АПВ, перегрузка, перегрев по току, блокировка РПН при перегрузке по току
- ✓ Отключение ВН, СН, НН, СВ
- ✓ Управление короткозамыкателем и разъединителем
  
- ✓ **Оперативное управление**

## Исполнение резервных защит трансформатора с применением шкафов ШЗТ-МТ-051, ШЗТ-МТ-052

### Максимальная токовая защита (МТЗ) от междуфазных повреждений

- ✓ Три ступени максимальной токовой защиты, работающие с удалением тока нулевой последовательности;
- ✓ Комбинированные пусковые органы по минимальному напряжению и напряжению обратной последовательности;
- ✓ Ускорение действия от датчика ЛЗШ;
- ✓ Автоматическое ускорение при включении выключателя;
- ✓ Дифференцированное отключение секционного и вводного выключателя.

### Токовая защита нулевой последовательности (ТЗНП)

- ✓ Две ступени защиты с блокировкой от броска тока намагничивания с использованием информационного признака блокировки;
- ✓ Оперативное ускорение;
- ✓ Автоматическое ускорение при включении выключателя.

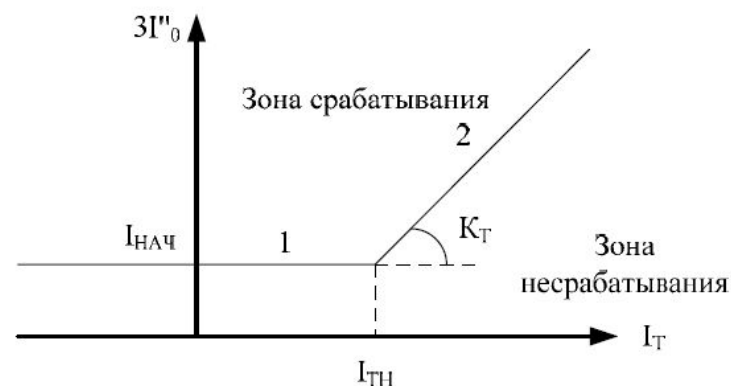
# Исполнение резервных защит трансформатора с применением шкафов ШЗТ-МТ-051, ШЗТ-МТ-052

## Токовая защита нулевой последовательности с торможением (ТЗНПТ)

**Назначение:** Защита предназначена для отключения коротких замыканий на землю одной фазы вблизи зоны заземления нейтрали обмотки ВН (при условии ее заземления).

- ✓ Работа защиты основана на сравнении расчетного тока нулевой последовательности стороны ВН трансформатора с измеренным током в нейтрали;
- ✓ Селективное торможение при замыкании вне зоны защиты;
- ✓ Блокировка ТЗНПТ при бросках тока намагничивания с использованием информационного признака блокировки.

$$I_T = \frac{|3\dot{I}'_0 - 3\dot{I}''_0| - |3\dot{I}'_0 + 3\dot{I}''_0|}{I_H}$$



# Газовая защита трансформатора и РПН

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

- ✓ Газовая защита имеет две ступени: сигнальная и отключающая. Действие на отключение выдаётся на выключатели всех сторон
- ✓ Отключающая ступень может быть переведена в работу только на сигнал
- ✓ 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);
- ✓ Функции обработки сигналов газовой защиты реализованы в терминалах основной и резервной защиты

## Функции автоматики и управления выключателями

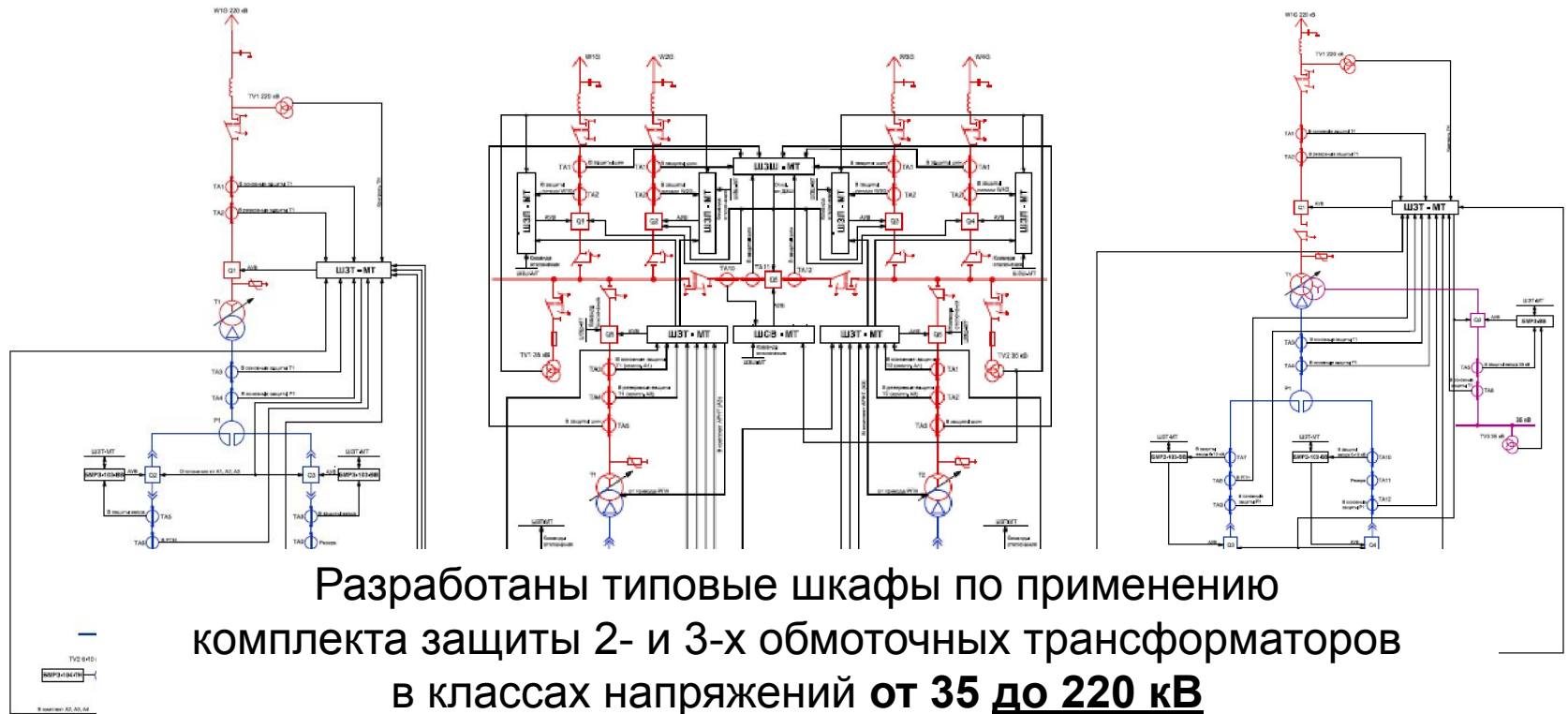
- ✓ Оперативное управление выключателем стороны ВН;
- ✓ Возможность управления от ключей, с панели терминала, по каналам АСУ, с переводом режима управления местное/дистанционное;
- ✓ Селективное отключение выключателей сторон СН, НН, секционного выключателя;
- ✓ Контроль давления элегаза выключателя, трансформаторов тока;
- ✓ Автоматика управления короткозамыкателем и разъединителем;
- ✓ Датчик и приемник УРОВ, действие УРОВ «на себя»;
- ✓ Защита электромагнитов включения и отключения от длительного протекания тока.

# Автоматика регулирования напряжения автотрансформатора под нагрузкой

## Комплект А4 – терминал типа БМРЗ-ЦРН:

- ✓ Автоматика регулирования напряжения автотрансформатора под нагрузкой;
- ✓ Возможность автоматического и ручного регулирования;
- ✓ Блокировка РПН при перегрузке по току;
- ✓ Постоянная или интегральная задержка управления;
- ✓ Регулирование напряжения с учётом токовой нагрузки;
- ✓ Учет ресурса устройства РПН.

# Применение комплекта защит трансформатора





# Конструкторская документация и карты заказа

- ✓ Карты заказа для различных типовых схемных решений
- ✓ Полный комплект конструкторской документации разработан в современной САПР «E3 series»
- ✓ Высокая оперативность разработки КД при реализации нетиповых решений по требованию заказчика
- ✓ Полное соответствие требованиям ЕСКД



Технический чертеж шкафа управления, включающий принципиальную схему и таблицу комплектации. В центре расположен блок питания с трансформатором и автоматическим выключателем. Справа — блок управления с реле и контактами. Внизу — блок индикации и сигнализации.

**КАРТА ЗАКАЗА**  
на шкаф защиты и автоматизации трехфазного трансформатора ШСТ-МТ-052-152  
ДИВГ.4243287.062-04.02

Заказчик: \_\_\_\_\_  
Объект установки шкафа: \_\_\_\_\_ (сокращенная форма)

Количество шкафов: \_\_\_\_\_ шт.

Устройства РЗА:

- БМРЗ-ТД - основные защиты трансформатора
- БМРЗ-ТР - резервные защиты трансформатора и АУТ 35-220 кВ
- БМРЗ-ЦРН - регулировка загрузки трансформатора под нагрузкой
- БМРЗ-ДЗО - защита трансформатора от перегрева

Напряжение питания:  220В  ~ 220В  = 110В  
Интерфейс связи с АСУ:  RS-485  ВОЛС  
Номинальный ток электромагнитов управления:  ≤ 1А  другое (\_\_\_\_\_)

Наличие БК-101 для питания:  нет  БМРЗ-ТД  БМРЗ-ТР  БМРЗ-ДЗО

Ввод контрольных кабелей:  снизу  сверху (\_\_\_\_\_)

Обслуживание шкафа:  одностороннее  двухстороннее (\_\_\_\_\_)

Расположение блоков защиты:  На двери  За смотровым окном  За стеклянной дверью

Глубина шкафа, мм:  600 (типовой)  400 (при числе блоков не более 3-х)

Требования к оперативным надписям на двери шкафа:  типовые  особые (\_\_\_\_\_)

\_\_\_\_\_ (сокращенная форма документа)

**БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!**

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

Начальник отдела системотехники  
ПИРОГОВ Михаил Геннадьевич