



01–05 июня 2015

5-я Международная научно-техническая конференция
Современные направления развития систем
релейной защиты и автоматики энергосистем



Оптимизация алгоритмов и объема уставок дифференциальной токовой защиты трансформатора

В.В. Балашов, Е.Н. Колобродов, А.В. Никулин, Д.Б.
Крупнов
ОАО «ВНИИР»
Россия

E-mail: vniir@vniir.ru

www.vniir.ru



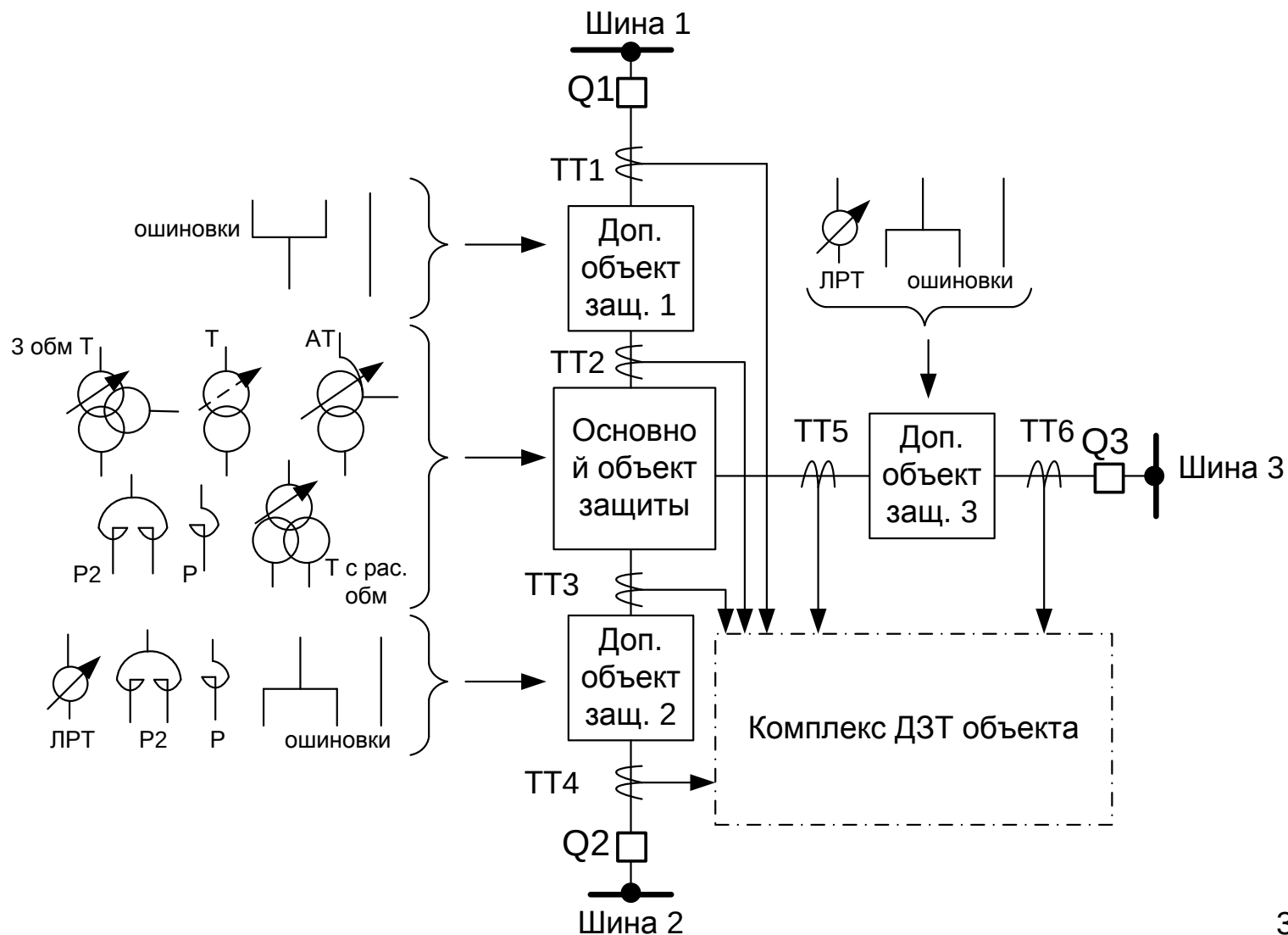
01–05 июня 2015 |

5-я Международная научно-техническая конференция
Современные направления развития систем
релейной защиты и автоматики энергосистем

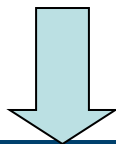


- Анализ текущего состояния вопроса.
- Варианты оптимизация ДЗТ.
- Проведенные исследования и испытания.
- Заключение.

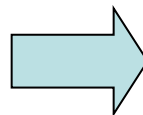
Анализ текущего состояния вопроса. Защищаемый объект.



Аппаратные ограничения



**Минимально возможный
объем технических решений**



**Строго детерминированное
число уставок**

**Руководящие указания по
выбору уставок для ДЗТ**

Разумный компромисс между обеспечением надежности дифференциальной защиты, ее аппаратной реализацией и задачами обслуживающего персонала

Эффекты:

- снятие аппаратных ограничений на разработку алгоритмов РЗА;
- расширение информационной обеспеченности устройств РЗА;
- расширение сервисных и вспомогательных функций устройств РЗА.

Возможности для ДЗТ:

- повышение уровня технического совершенства устройств ДЗТ;
- оптимизация объема уставок ДЗТ, а также функций обслуживающего персонала.

Необходимо достичь новый компромисс между надежностью ДЗТ, ее аппаратной реализацией и задачами обслуживающего персонала

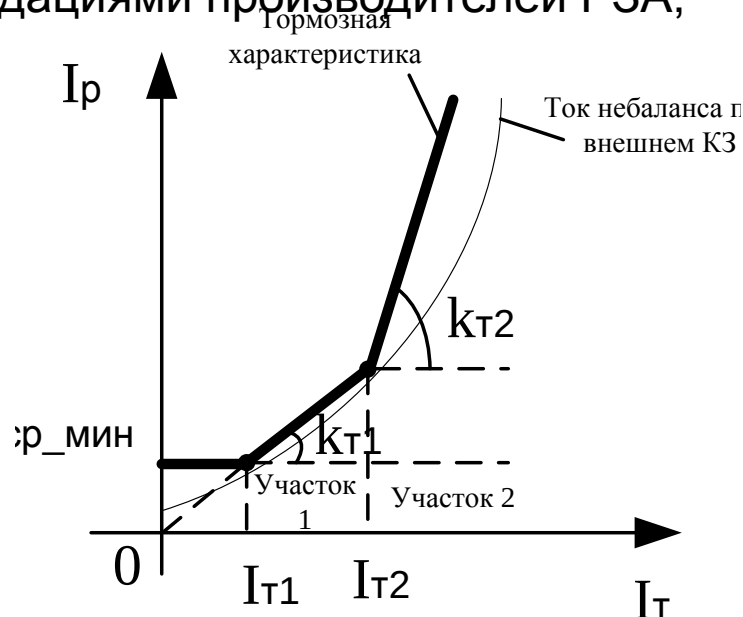
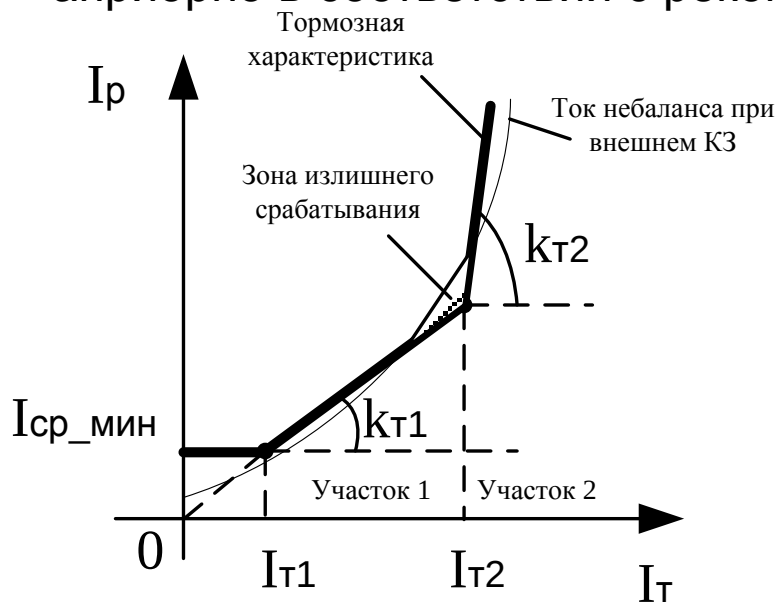
Варианты оптимизации ДЗТ. Направления

Передача части действий, выполняемых проектировщиками и наладчиками при выборе, задании и проверке уставок ДЗТ, на уровень МП РЗА

- Оптимизация объема уставок ДЗТ.
- Повышение уровня автоматизации проводимых для ДЗТ проверок с совершенствованием интерфейса человек машина.

Деление уставок ДЗТ:

- уставки, требующие определения токов КЗ за объектом защиты и в удаленных точках сети - задания уставок в первичных величинах;
- уставки, требующие специализированных расчетов или задаваемые априорно в соответствии с рекомендациями производителей РЗА;



- уставки, требующие определения токов КЗ только за объектом защиты.

Варианты оптимизации ДЗТ. Оптимизация объема уставок.

Варианты реализации автоматизации расчета:

- минимальный объем автоматических расчетов, аналогичный первой группе уставок;
- автоматический расчет уставок на базе данных, полученных ИЭУ, о защищаемом объекте, с минимальным участием человека.

Автоматический расчет уставок

Ток срабатывания
ДТО

Ток срабатывания
ДЗТ при отсутствии
торможения

Коэффициент
торможения ДЗТ

$$I_{\text{диф_ТО1}} = k_{\text{отс_нам}} I_{\text{ном}} \quad (1)$$

$$I_{\text{диф_ТО2}} = k_{\text{отс}} (k_{\text{одн}} k_{\text{ап}} \varepsilon + (\Delta U + U_{\text{ЛРТ}}) + I_{\text{нб}}''') I_{\text{к_внеш_макс}} \quad (2)$$

$$I_{\text{ДТО_пер}} = \max(I_{\text{диф_ТО1}}, I_{\text{диф_ТО2}}) \quad (3)$$

Недетерминированная величина, изменяющаяся для каждого конкретного случая применения - максимальный ток внешнего КЗ.

$$I_{\text{к_внеш_максВ_КЗН}} = \frac{S_{\text{ном}}}{\sqrt{3} * U_{\text{К_ВН}} * U_{\text{ном_ВН}}} = \frac{I_{\text{ном_ВН}}}{U_{\text{К_ВН}}} \quad (4)$$

или

$$I_{\text{к_внеш_максВ_КЗН}} = 20 \text{ кА} \quad (5)$$



Вариант оптимизации ДЗТ. Расчет тока срабатывания ДЗТ при отсутствии торможения.



Для тока срабатывания ДЗТ при отсутствии торможения недетерминированной величиной, изменяющейся для каждого конкретного случая применения, является ток начала торможения.

Определяется аналитическим путем в зависимости от конкретной формулы расчета торможения.

Значение коэффициента торможения определяется исходя из предотвращения действия защиты при максимальном внешнем КЗ.

$$k_{\text{торм}} \geq 1,5 * (k_{\text{одн}} k_{\text{ап}} \varepsilon + (\Delta U + U_{\text{ЛРТ}}) + I_{\text{нб}}''') \quad (6)$$

Расчет достаточно существенного объема уставок, относящихся к третьей группе, возможно передать на уровень ИЭУ ДЗТ.



Вариант оптимизации ДЗТ. Автоматизация проводимых для ДЗТ проверок.



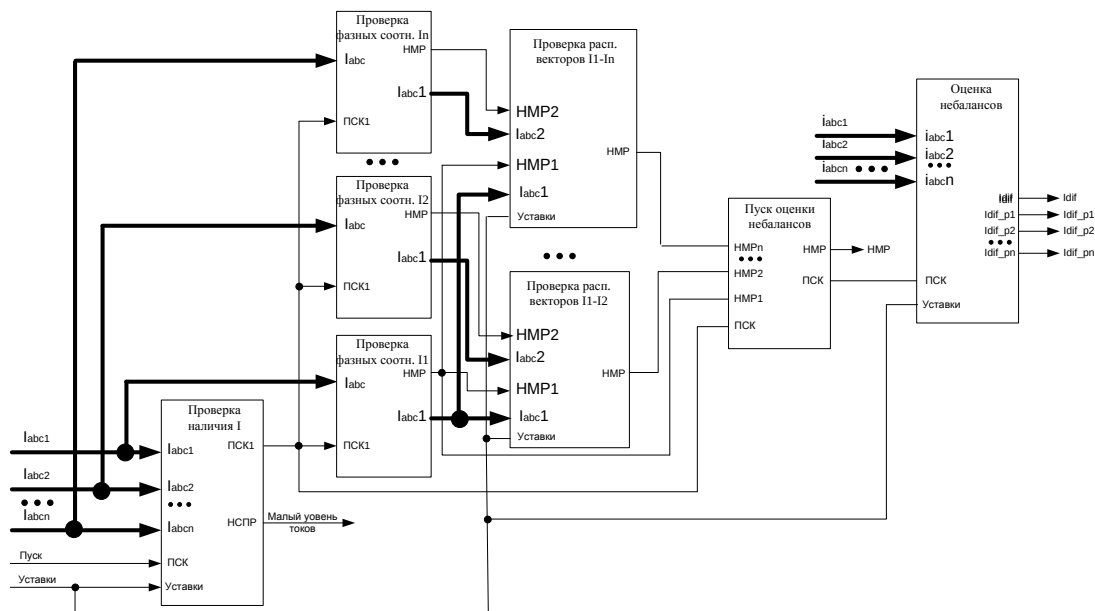
Передача части действий, проводимых персоналом при проверке под нагрузкой, на уровень ИЭУ.

Автоматическая проверка ДЗТ под нагрузкой:

- **Функции персонала** – ввод уставок и запуск проверки.
- **Передача на уровень ИЭУ:**
 - проверка правильности сбора вторичных цепей тока первичным током нагрузки
 - оценка уровней небалансов, возникающих при выводе из работы групп трансформаторов тока

Вариант оптимизации ДЗТ.

Автоматизация проводимых для ДЗТ проверок.



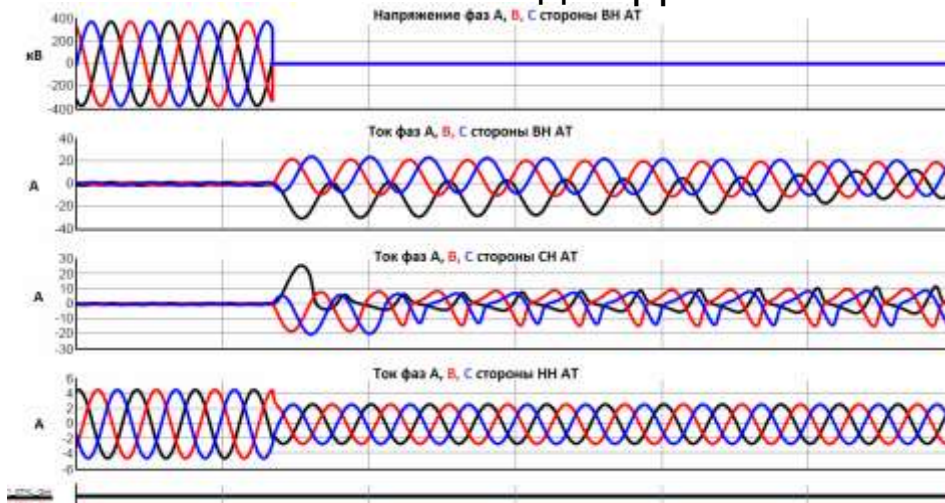
Проведенные исследования и тестирования.

Автоматический расчет уставок

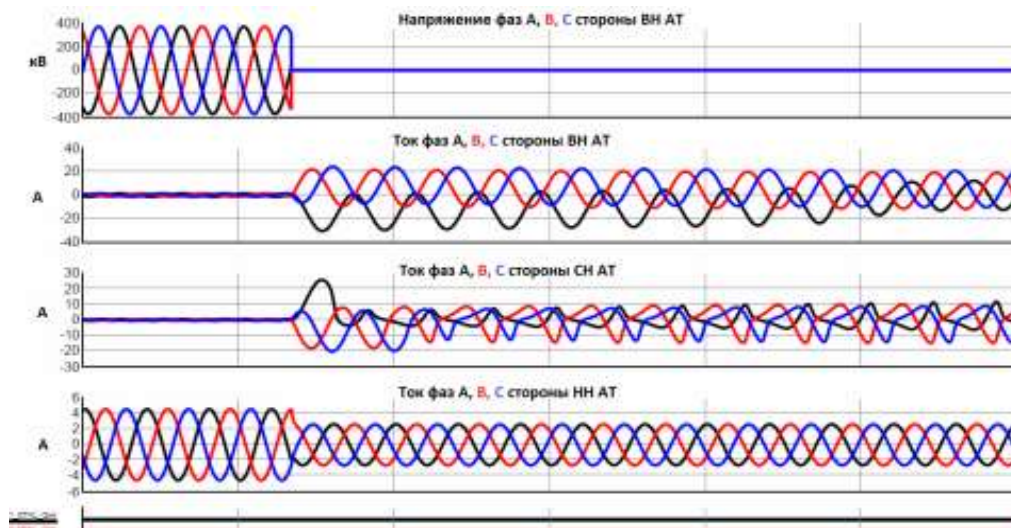
Исследование работы ДЗТ при автоматическом расчете уставок для различных режимов работы Т или АТ:

- внешнее/внутреннее КЗ (с и без насыщения);
- бросок тока намагничивания;
- перевозбуждение Т

Внешнее КЗ для ДЗТ АТ



Внутреннее КЗ для ДЗТ АТ





Проведенные исследования и тестирования.



Автоматическая проверка под нагрузкой.

Проверка функционирования блоков автоматической проверки под нагрузкой ДЗТ проводилась для следующих видов неисправности во вторичных аналоговых цепях:

- перепутана полярность одной или двух обмоток ТТ;
- перепутана маркировка фаз обмоток ТТ;
- перепутана маркировка фаз обмоток ТТ и их полярность.

Полученные результаты указывают, что предлагаемый алгоритм автоматической проверки под нагрузкой обеспечивает корректное определение возникающих во вторичных цепях неисправностей при наличии несимметрии между фазами на уровне до 20%.

- Предложено расширить функциональные возможности ИЭУ за счет передачи части действий, выполняемых проектировщиками и наладчиками на уровень ИЭУ. Это снизит вероятность возникновения ошибок, вызванных человеческим фактором, и обеспечит достижение компромисса между требованиями обеспечения надежности и чувствительности ДЗТ, ее аппаратной реализацией и задачами обслуживающего персонала на новом этапе развития данных устройств.
- Осуществлена разработка алгоритмов автоматической проверки под нагрузкой ДЗТ и расчета уставок ДЗТ в ИЭУ.
- Проведены исследования разработанных алгоритмов на моделях, реализованных в программах MATLAB, PSCAD и на ПТК RTDS и eMEGASIM. Результаты исследований подтвердили адекватность и достоверность примененных моделей и работоспособность предложенных алгоритмов в широком диапазоне режимов и параметров.

Спасибо за внимание!