



Ставропольский государственный  
аграрный университет



# Разработка способов снижения погрешностей трансформаторов тока при измерении сопротивления короткого замыкания силового трансформатора

студентка 1 курса 1 группы  
электроэнергетического факультета  
Шайморданова Маргарита Сергеевна

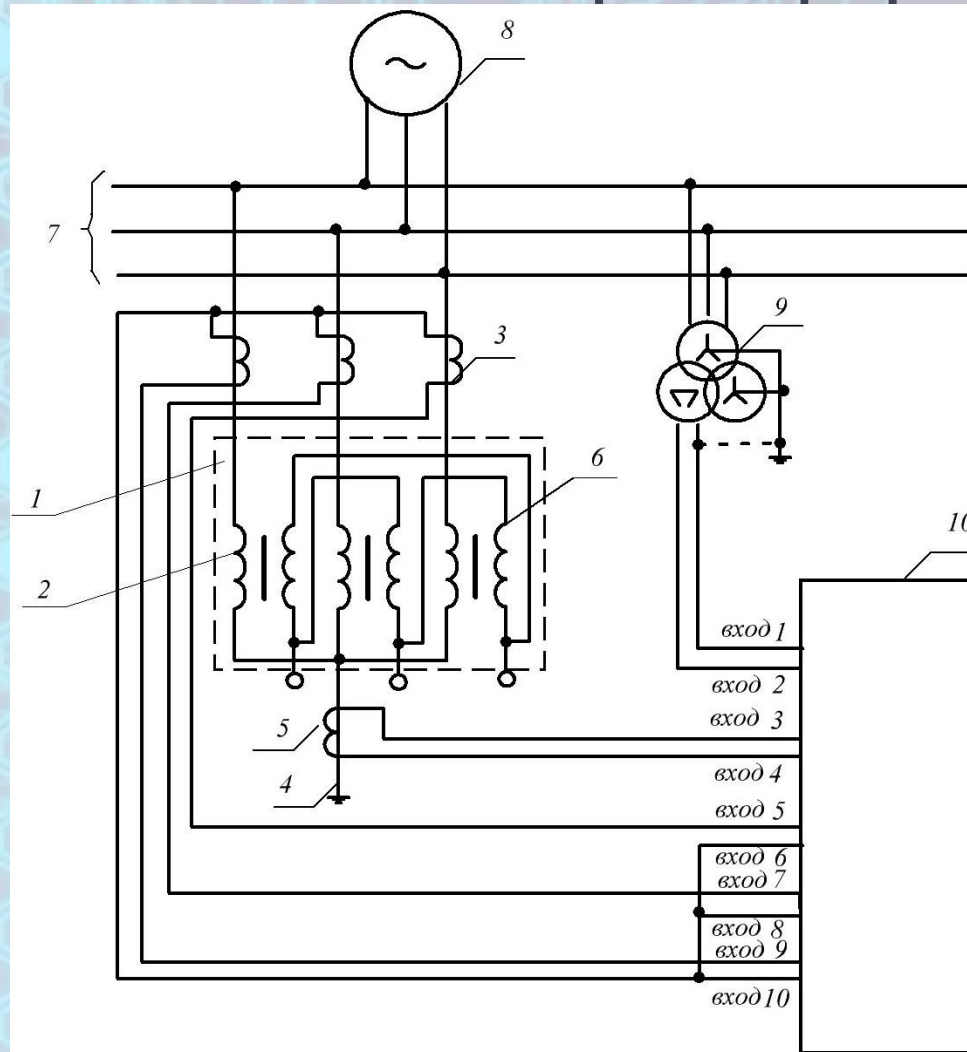
Научный руководитель:  
доцент каф. ПЭЭСХ  
Дорожко Сергей Васильевич

Ставрополь, 2019

# Цели и область применения

- Диагностика деформации обмоток силового трансформатора.
- Может быть использован на электрических станциях и в электрических сетях, на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях.
- Повышение точности учета электроэнергии.

# Устройство контроля деформации обмоток силового трансформатора

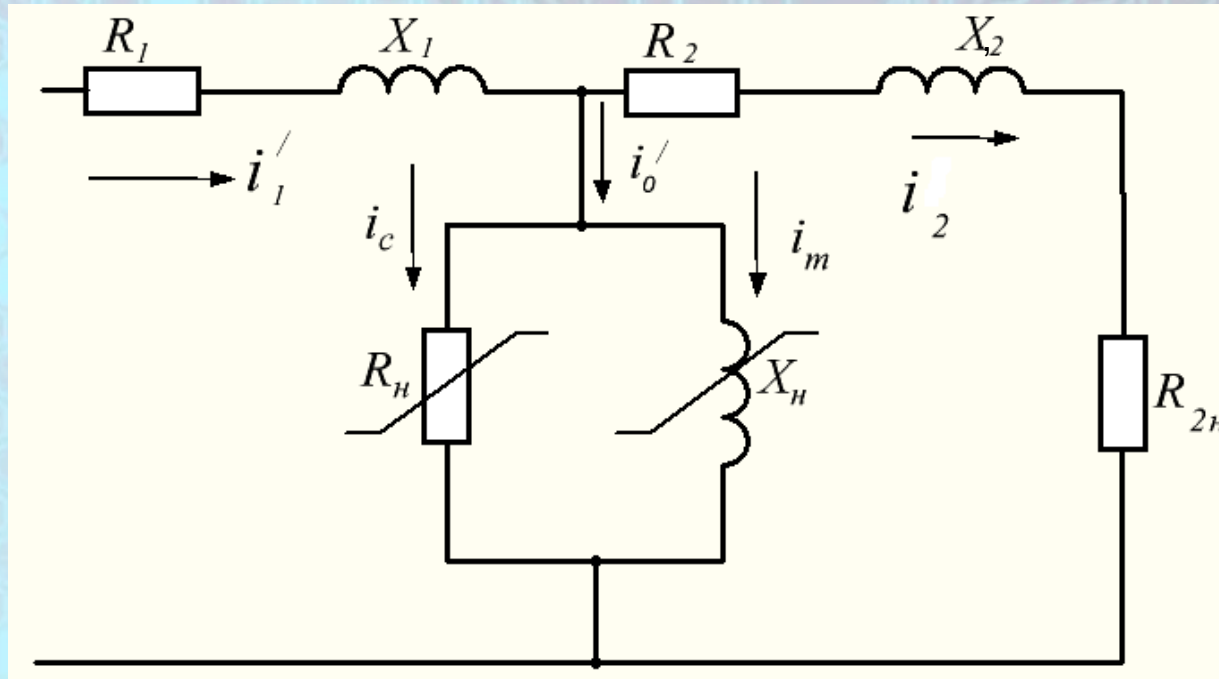




## Способы снижения погрешностей трансформатора тока, установленного в нейтрали силового трансформатора

- Установка дополнительного ТТ на меньшие токи.
- Снижение погрешностей установленного ТТ.
- Использование катушки Роговского

# T-образная схема замещения трансформатора тока



$i_m$  - ток намагничивания

$i_c$  - ток потерь

$W_1$   $W_2$  - число витков первичной и вторичной обмотки ТТ соответственно,

В соответствии со схемой замещения ТТ выражение для мгновенного значения вторичного тока

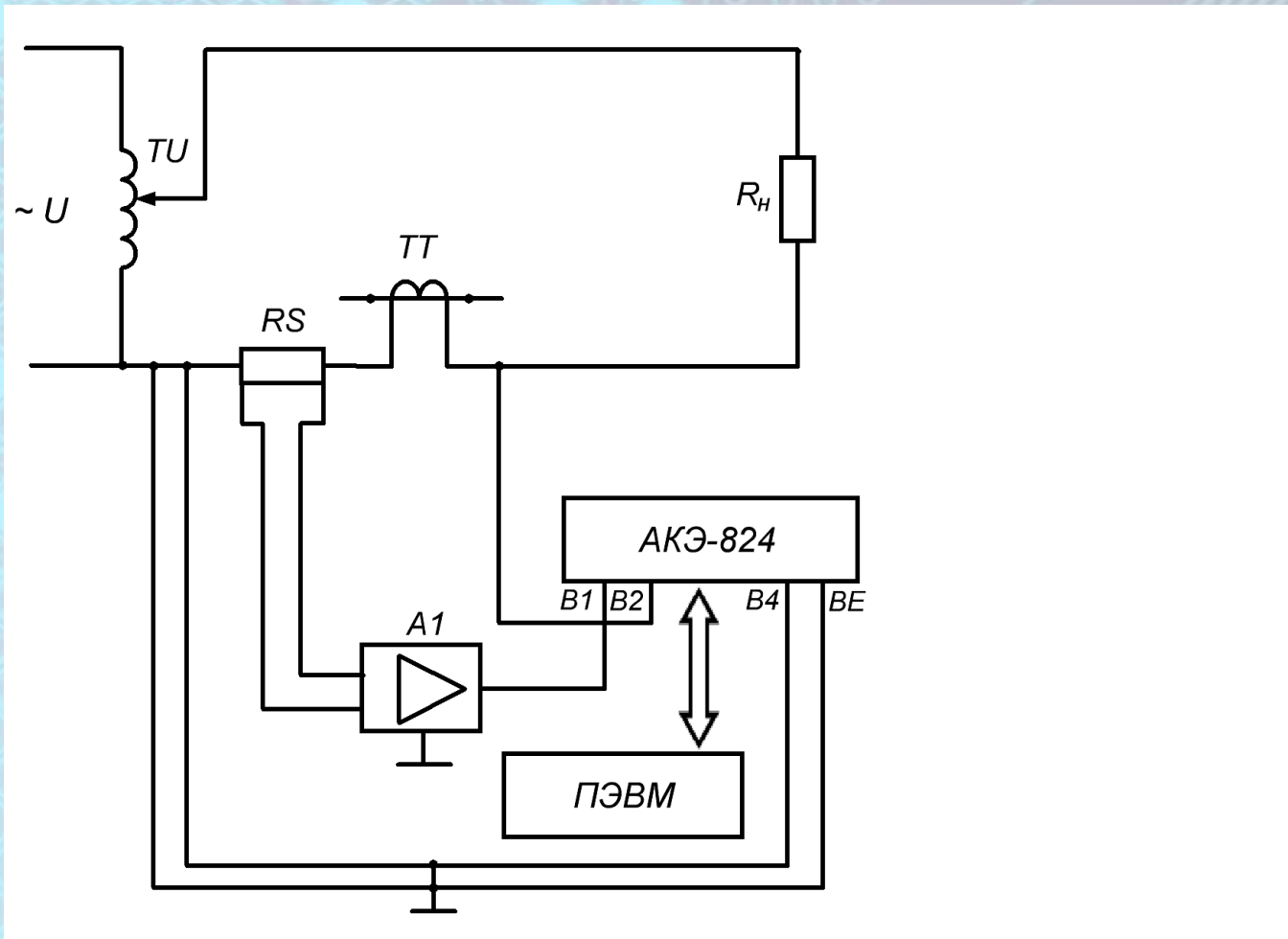
$$i_2 = i_1' - i_0'$$

$i_1' = i_1 \frac{W_1}{W_2}$  приведенный ко вторичной обмотке первичный ток ТТ

$i_0' = i_0 \frac{W_1}{W_2}$  приведенный ко вторичной обмотке суммарный ток намагничивания и потерь ТТ

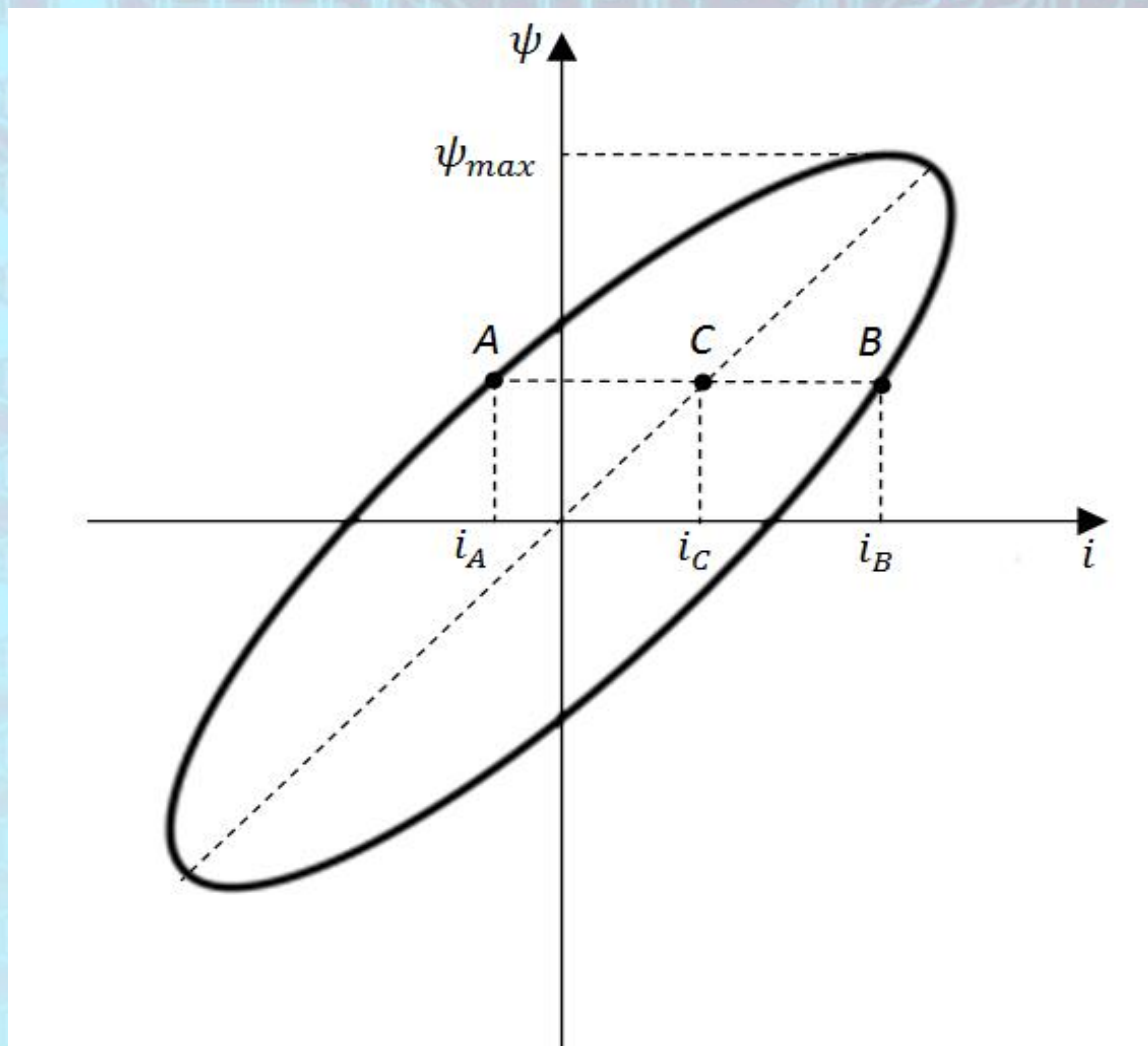
$i_0 = i_m + i_c$  ток ветви намагничивания

# Схема электрическая принципиальная определения зависимости $B = f(H)$ ферромагнитного сердечника





# Определение тока намагничивания ТТ

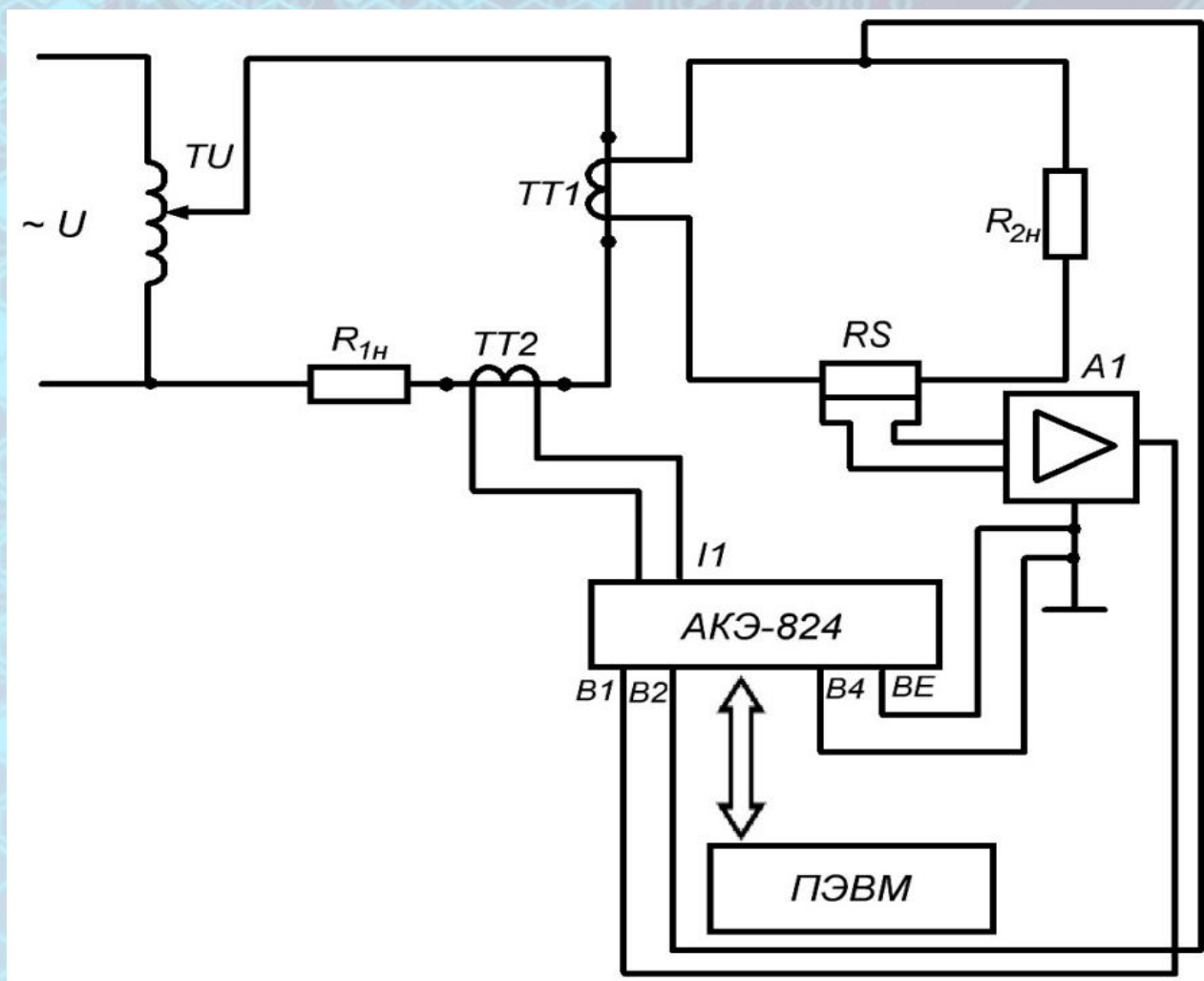


$$i_m = (i_A + i_B)0,5$$

$$i_c = (i_A - i_B)0,5$$

$$i_0(t) = i_m(t) + i_c(t)$$

# Схема электрическая принципиальная определения погрешностей ТТ





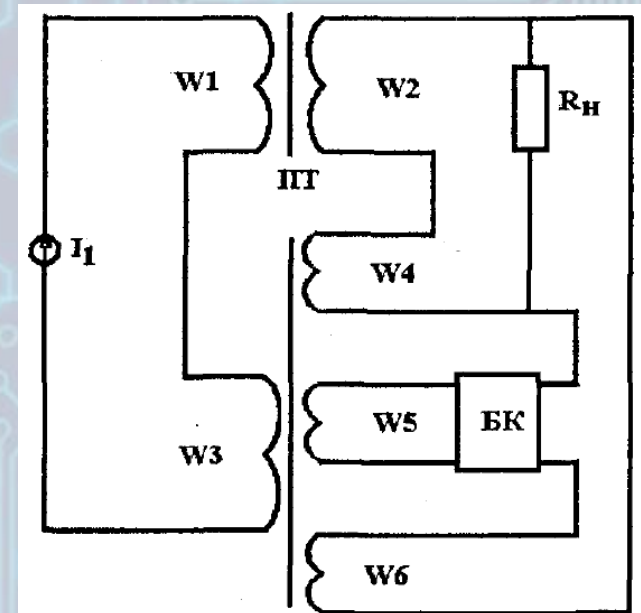
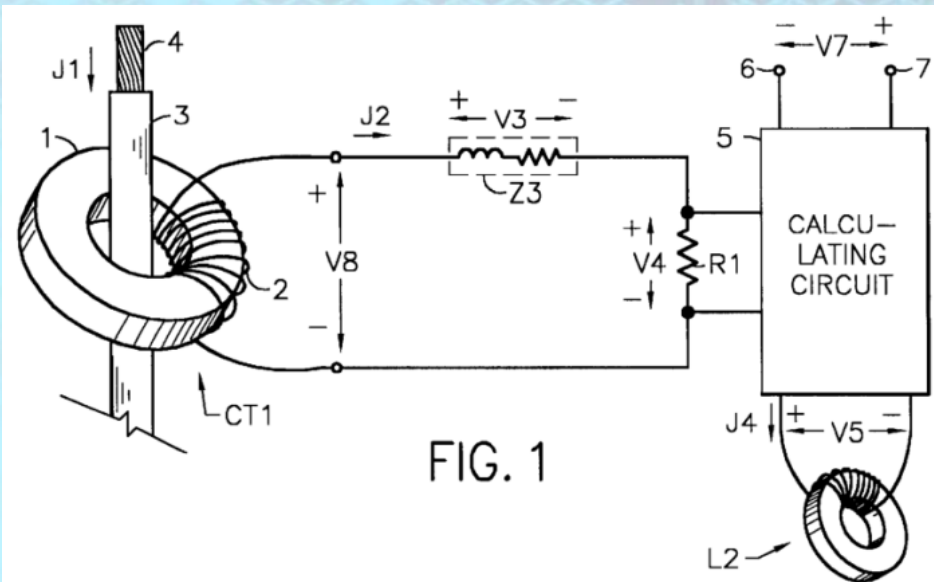
# Результаты использования методики

Ток первичной цепи ТТ		Погрешности ТТ			
Модуль (в % от номинально го)	фаза (эл. гр.)	токовая (%)		угловая (эл. гр.)	
		без компенсации	с компенсацией	без компенсации	с компенсацией
4,9	-10	2,23	1,5	-5,08	-7,5

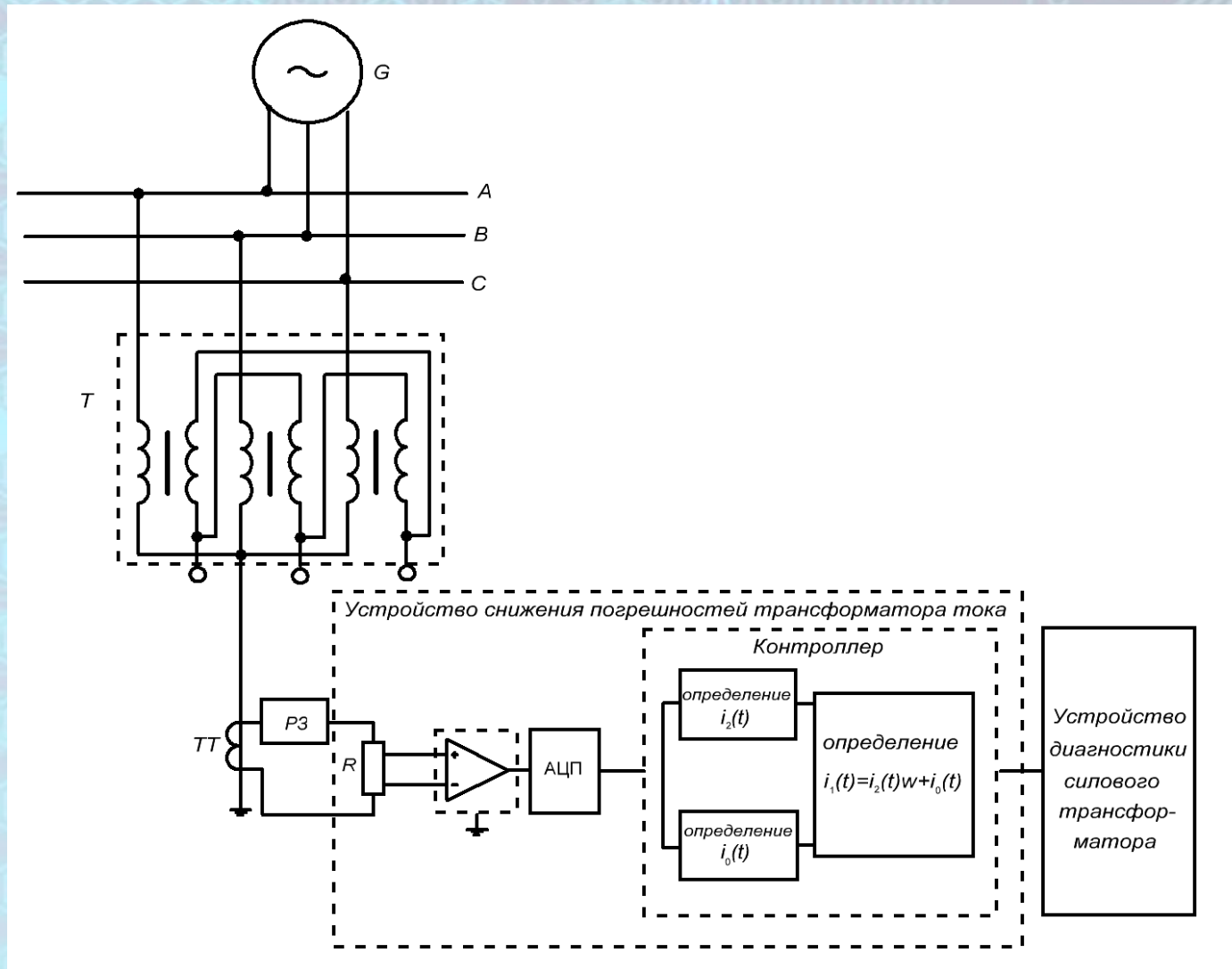
# Аналоги

- Патент US 6,590,380 Method and apparatus for compensating of current transformer error/ Thomas G. Edel, Portland, OR (US)
- Недостатки: аналоговая обработка сигналов уступает цифровой по точности.

- Франтасов Д.Н, Преобразователи тока для систем учета электрической энергии / А.М. Косолапов, Д.Н. Франтасов // Актуальные проблемы развития транспортного комплекса: материалы V Всероссийской научно- практической конференция. - Самара: СамГУПС, 2009. - С. 117-118.
- Недостатки: восстанавливает токи выше 5-15% от  $I_{НОМ.}$



# Устройство снижения погрешностей трансформатора тока





# Объем внебюджетных инвестиций

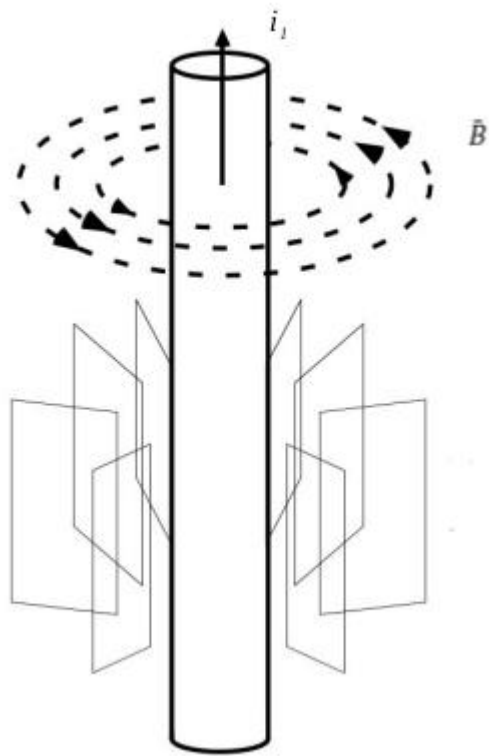
- Приобретение трансформатора тока 10 000 руб.
- Приобретение установки для поверки счетчиков электрической энергии 20 000 руб.
- Разработка схемы электрической принципиальной устройства 50 000 руб.
- Разработка конструкции устройства 20 000 руб.
- Проведение сбора информации и испытаний 40 000 руб.
- Прочие расходы 15 000 руб.
- Разработка трансформаторов на основе катушки Роговского 100 000 руб.

При внедрении данного оборудования в устройство контроля деформации обмоток силового трансформатора на предприятии электрических сетей с трансформаторами:

- 110кВ – 45 шт,
- 220 кВ – 2 шт,
- 500 кВ - 1 шт,

**срок окупаемости составит 2,5  
года**

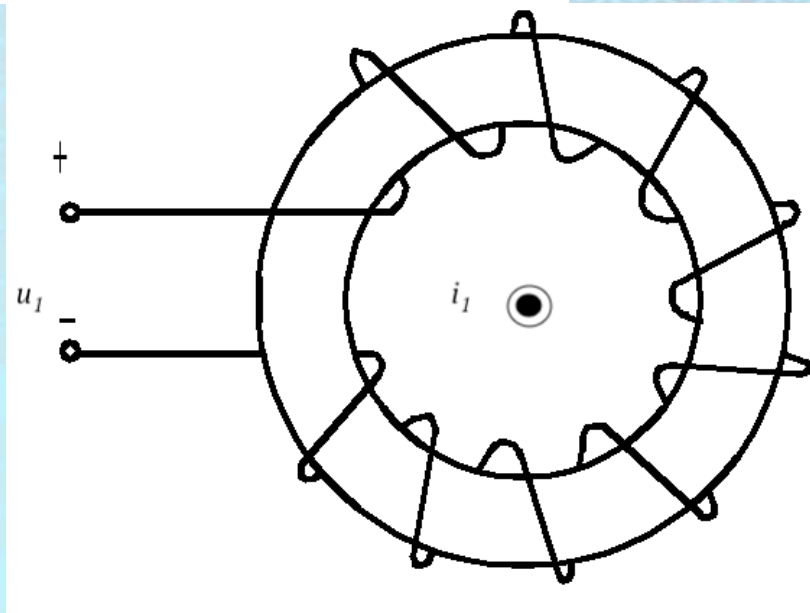




# Альтернатива – современные ТТ на основе катушки Роговского

Преимущества:

- Большая полоса пропускания, дающая возможность измерения токов во время кратковременных коммутаций
- Возможность измерения больших токов (100А-100 кА)
- Отсутствие насыщения, хорошая линейность, благодаря воздушному сердечнику
- Простота использования и дешевизна



Недостатки:

- Чувствительность к внешним помехам, потребность обеспечения защиты от внешних магнитных полей, что приводит к усложнению конструкции
- Очень низкий сигнал, необходимость интегрирования, поскольку выходное напряжение катушки пропорционально скорости изменения тока



Сравнение по ценам :

- разработанный метод 20 000 руб

- установка дополнительного ТТ 10 000 руб;

- разработка катушки

Роговского- 100 000 руб

# Спасибо за внимание!

*Шайморданова Маргарита*

*8 963 380 21 23*

*margarittas@mail.ru*