



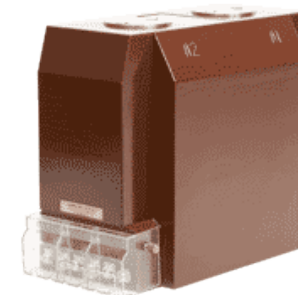
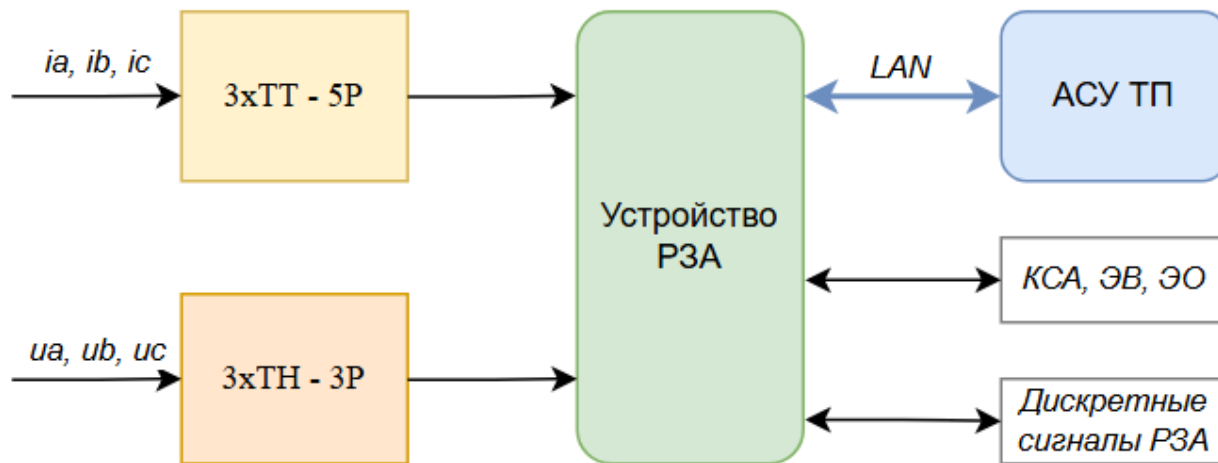
# **Применение цифровых комбинированных трансформаторов тока и напряжения. Консолидация функций и оптимизация архитектуры подстанций**

А.Ю. Шеметов

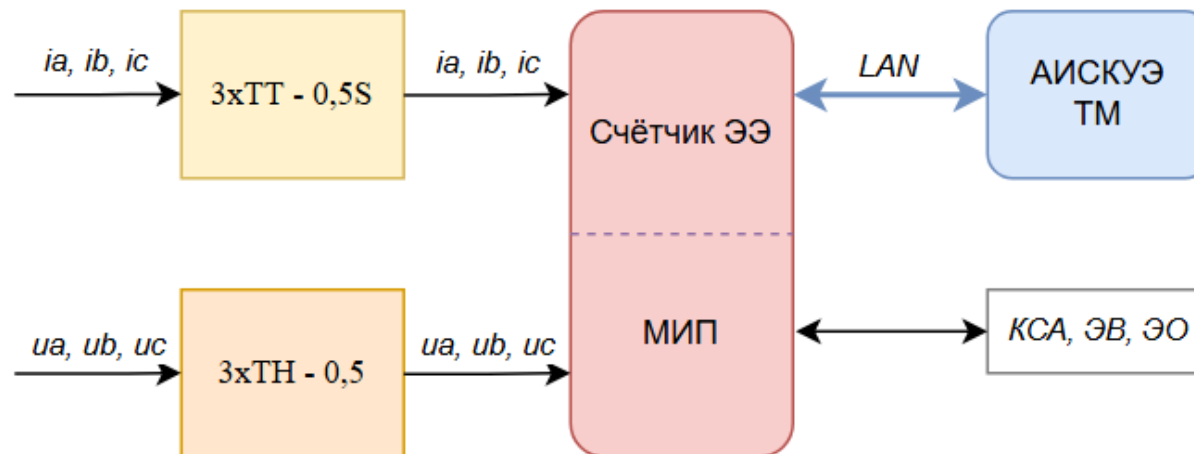
ООО «Инженерный центр «Энергосервис»

Архангельск  
17-19 декабря 2025

## Структурная схема системы РЗА

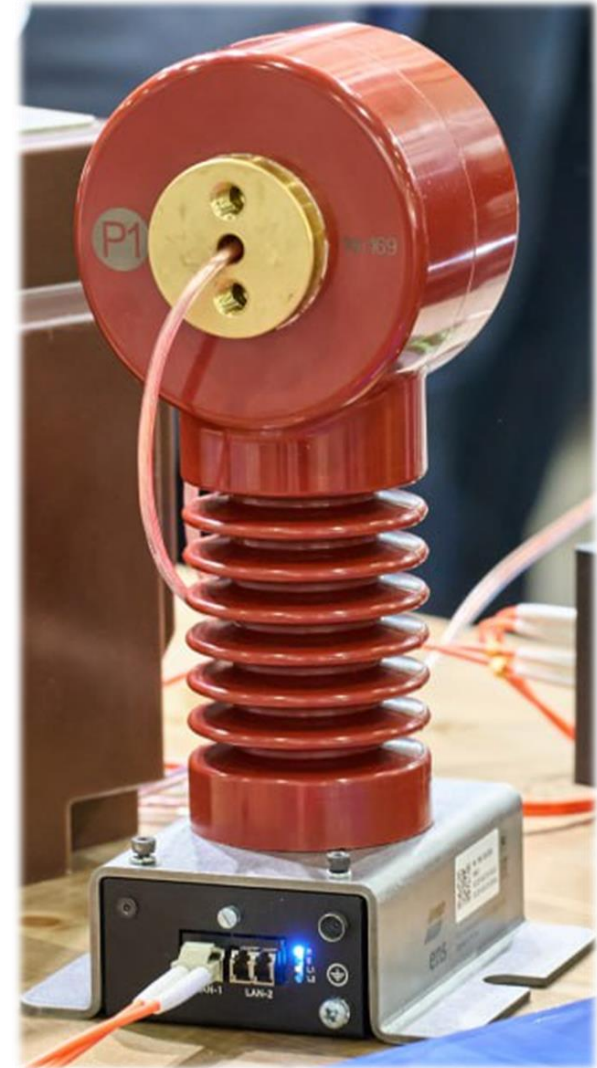


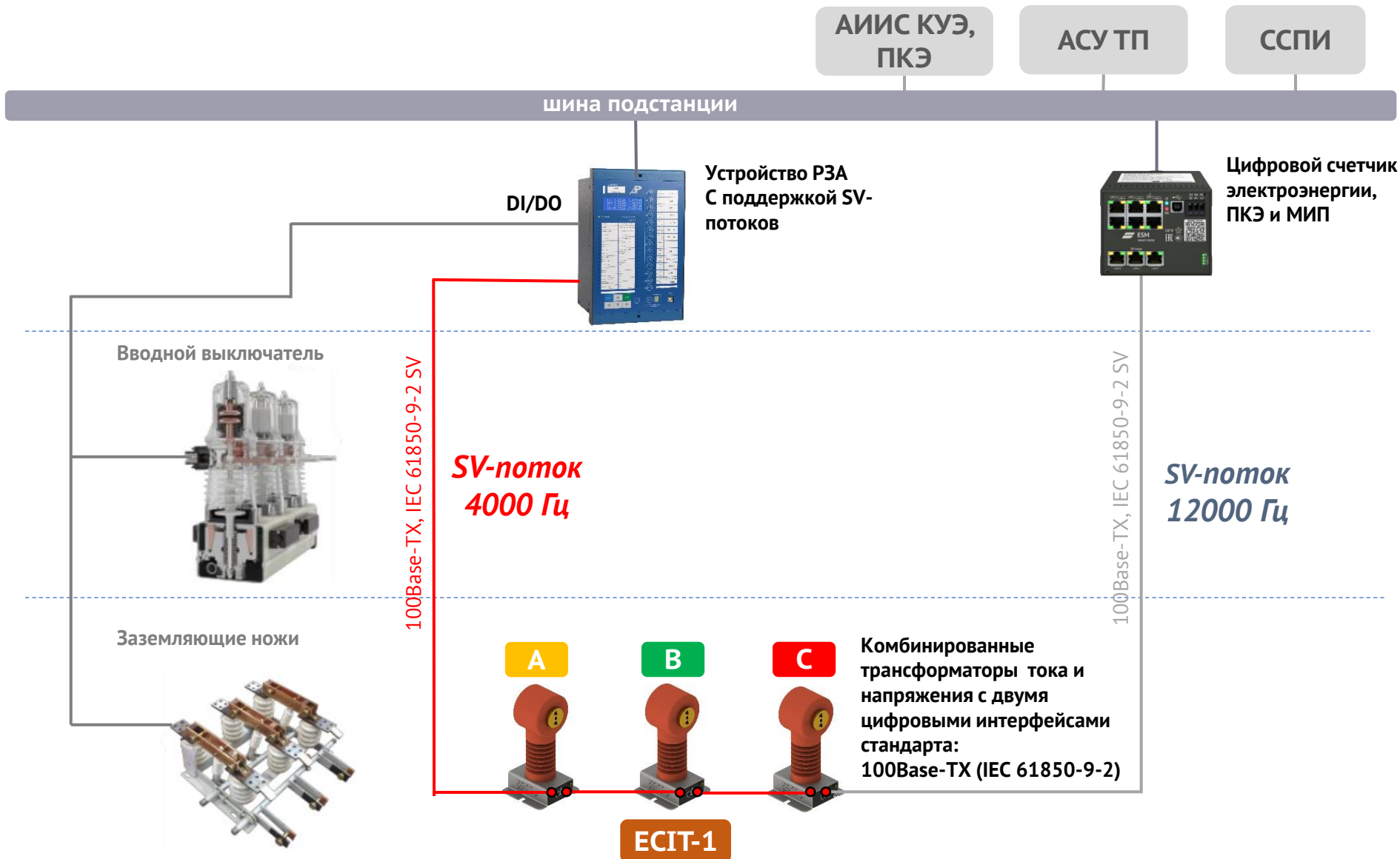
## Структурная схема системы учёта и телемеханики



Согласно IEC 61869-9, цифровой трансформатор - электронный маломощный измерительный трансформатор с цифровым выходом, для передачи измеренных значений используются выборки мгновенных значений (SV).

- Нет насыщения и остаточной намагниченности трансформаторов тока;
- Нет феррорезонанса трансформаторов напряжения;
- Уменьшение фазовой погрешности между сигналами тока и напряжения;
- Полная погрешность не зависит от вторичной нагрузки,
- Измерение напряжения и тока в широком частотном диапазоне;
- Повышение электробезопасности, обеспечение гальванической развязки;
- Снижение массы и габаритов;
- Упрощение монтажа и обслуживания;

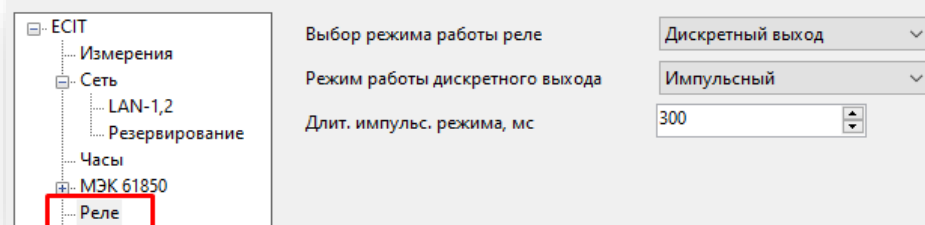




ЕСИТ обеспечивает релейную защиту присоединения:

## Перечень защит

<b>МФТО</b>	Междуфазная токовая отсечка
<b>МТЗ</b>	Максимальная токовая защита
<b>МТЗ/У</b>	Максимальная токовая защита с пуском по напряжению
<b>НМТЗ</b>	Направленная МТЗ
<b>ЗОЗЗ</b>	Защита от однофазных замыканий на землю
<b>НЗОЗЗ</b>	Направленная защита от замыканий на землю
<b>ЗОП</b>	Защита от обрыва провода
<b>ЗПН</b>	Защита от повышения напряжения
<b>ЗМН</b>	Защита минимального напряжения
<b>ЗДЗ</b>	Защита от дуговых замыканий (датчики дуги AFS по GOOSE от ЭНМВ-1)
<b>ЛЗШ</b>	Логическая защита шин (GOOSE-сообщения)
<b>УРОВ</b>	Резервирование отказа выключателя (GOOSE-сообщения)



EsConfigurator 1.0.1.12 (12.12.2025)

Файл Вид Сервис Справка

Подключение 192.168.0.81:2404 (клиент 1)  
 Прибор ЕСИТ-1-15-50(1000)-24-ТХ2-Р1  
 Серийный номер 181  
 Версия 1.1.1  
 Кварц 20 МГц  
 Первый АЦП ТРАFE516  
 Второй АЦП -  
 ExtFlash MR25H40  
 Версия платы analog 6.0.1  
 Версия платы CPU 5.4.1

Сбросить вид Прочитать Записать

ESИТ

- Измерения
- Сеть
- Часы
- МЭК 61850
- Реле
- Защиты
  - 01.МТЗ-1
  - 02.МТЗ-2
  - 03.ТО-1
  - 04.ТО-2
  - 05.ТЗНП
  - 06.ЗОП
  - 07.ЗДЗ
  - 08.ЗПН
  - 09.ЗМН
  - 10.Внешнее откл.
  - 11.ЛЗШ
  - 12.УРОВ
  - 13.КНГ
  - 14.КОН
  - 15.КНН
  - 19.БНТ
- Осциллограммы
- Клиенты

1.Максимальная токовая защита-1

МТЗ-1 ввод (B1.1)

Действие (B1.2) **на отключение**

Характеристика (B1.9) **Независимая**

Ток срабатывания, А 100,000

Коэффициент возврата 0,95

Тср. МТЗ-1, мс 100

Т МТЗ-1 1,000

Орган направления мощности

Ввод направленности (B1.3)

Угол ф макс. чувст. 45

Угол ф сектора 60

Мин. чувств. по току, А 0,200

Мин чувств. по напр, В 10,000

Время эл. памяти, мс 50

Вывод ОНМ при сбое СВИ (B1.4)

Пуск по напряжению

Ввод пуска по напряжению (B1.5)

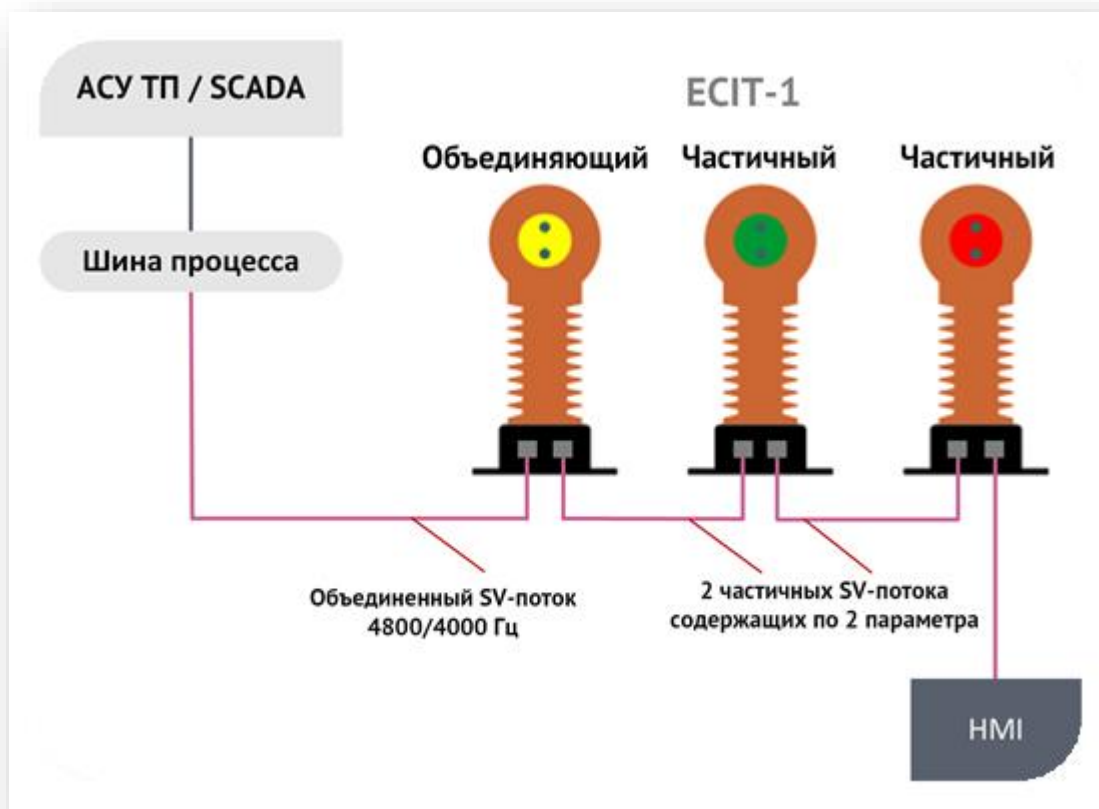
Напр. срабатывания, В 1000,000

Коэффициент возврата 1,05

Ввод пуска по U2 (B1.6)

Напр. U2 срабатывания, В 100,000

Коэффициент возврата 0,95



ECIT<sub>M</sub> № 251 Инфо **Монитор** Диагностика События Архивы Осциллограммы Журнал системы EN

Обновлено в 17.12.2025, 10:28:04 Вид: **Трёхфазный** Автообновление: **Вкл.**

### Синхровекторы

17.12.2025, 07:28:03.622 (UTC) *не синхр.*

<input checked="" type="checkbox"/>	$\dot{U}_a$ , В	5813.966	$\angle 41.561^\circ$
<input checked="" type="checkbox"/>	$\dot{U}_b$ , В	5804.797	$\angle 283.225^\circ$
<input checked="" type="checkbox"/>	$\dot{U}_c$ , В	5813.372	$\angle 162.549^\circ$
<input checked="" type="checkbox"/>	$\dot{I}_a$ , А	97.9005	$\angle 358.478^\circ$
<input checked="" type="checkbox"/>	$\dot{I}_b$ , А	99.8342	$\angle 238.352^\circ$
<input checked="" type="checkbox"/>	$\dot{I}_c$ , А	100.0515	$\angle 118.042^\circ$
<input checked="" type="checkbox"/>	$\dot{U}_{ab}$ , В	9976.750	$\angle 72.364^\circ$
<input checked="" type="checkbox"/>	$\dot{U}_{bc}$ , В	10095.708	$\angle 312.911^\circ$
<input checked="" type="checkbox"/>	$\dot{U}_{ca}$ , В	10119.674	$\angle 192.056^\circ$
<input type="checkbox"/>	$\dot{U}_1$ , В	5810.367	$\angle 42.444^\circ$
<input type="checkbox"/>	$\dot{U}_2$ , В	50.930	$\angle 291.507^\circ$
<input type="checkbox"/>	$3\dot{U}_0$ , В	142.129	$\angle 339.181^\circ$
<input type="checkbox"/>	$\dot{I}_1$ , А	99.9554	$\angle 357.870^\circ$
<input type="checkbox"/>	$\dot{I}_2$ , А	0.6491	$\angle 255.302^\circ$
<input type="checkbox"/>	$3\dot{I}_0$ , А	1.6025	$\angle 286.460^\circ$
<input type="checkbox"/>	$I_a$ 2har, А	0.6326	$\angle 338.565^\circ$
	$I_b$ 2har, А	0.7013	
	$I_c$ 2har, А	0.8656	

### Энергии

17.12.2025, 07:28:03 (UTC)

$W_a P+$ , Вт·ч	18853510
$W_a P-$ , Вт·ч	4396
$W_a Q+$ , вар·ч	10820
$W_a Q-$ , вар·ч	17287522
17.12.2025, 07:28:03 (UTC)	
$W_b P+$ , Вт·ч	49306
$W_b P-$ , Вт·ч	48074
$W_b Q+$ , вар·ч	3341
$W_b Q-$ , вар·ч	82721
17.12.2025, 07:28:03 (UTC)	
$W_c P+$ , Вт·ч	18994
$W_c P-$ , Вт·ч	3191
$W_c Q+$ , вар·ч	4216
$W_c Q-$ , вар·ч	4821
17.12.2025, 07:28:03 (UTC)	
$W P+$ , Вт·ч	18921810
$W P-$ , Вт·ч	55661
$W Q+$ , вар·ч	18377
$W Q-$ , вар·ч	17375064

### Дискретные сигналы

Контроль нагрузки	<b>ВКЛ</b>
Отсутствие напряжения	ОТКЛ
Наличие напряжения	<b>ВКЛ</b>
Ошибка данных	ОТКЛ
Выход реле	ОТКЛ
Сбой питания	ОТКЛ
Запись	ОТКЛ

### Сигналы РЗА

ТО 1	СРАБ	ПУСК	
ТО 2	СРАБ	ПУСК	
МТЗ 1	СРАБ	ПУСК	УСКОР
МТЗ 2	СРАБ	ПУСК	УСКОР

Непрерывное выполнение самодиагностики:

- контроль температуры;
- контроль исправности тракта АЦП;
- контроль аппаратной части;
- контроль частичных разрядов (проект).

```

> Frame 72: 621 bytes on wire (4968 bits), 621 bytes captured (4968 bits) on interface \Device\NPF_{82A
> Ethernet II, Src: EngineeringC_2:58:f0 (0c:ef:af:32:58:f0), Dst: IecTc57_04:00:33 (01:0c:cd:04:00:33)
  IEC61850 Sampled Values
    APPID: 0x4000
    Length: 607
    > Reserved 1: 0x0000 (0)
    > Reserved 2: 0x0000 (0)
    savPdu
      noASDU: 6
      seqASDU: 6 items
        ASDU
          svID: ENS_MU_1_51
          smpCnt: 8862
          confRev: 1
          smpSynch: local (1)
          smpRate: 14400
          PhsMeas1
            value: 13368
            quality: 0x00000000, validity: good, source: process
              ..00 = validity: good (0x0)
              ..0.. = overflow: False
              ..0... = out of range: False
              ..0.... = bad reference: False
              ..0..... = oscillatory: False
              ..0..... = failure: False
              ..0..... = old data: False
              ..0..... = inconsistent: False
              ..0..... = inaccurate: False
              ..0..... = source: process (0x0)
              ..0..... = test: False
              ..0..... = operator blocked: False
              ..0..... = derived: False
            value: 9939
          quality: 0x00000000, validity: good, source: process
            ..00 = validity: good (0x0)
            ..0.. = overflow: False
  
```

ECIT № 203 | Инфо | Измерения | Диагностика | Архив ТС | **Архив UI** | Осциллограммы | Журнал | EN

Прочитано 15.12.2025, 09:15:58 | Вид: [Напряжение, Ток](#) | [Обновить](#)

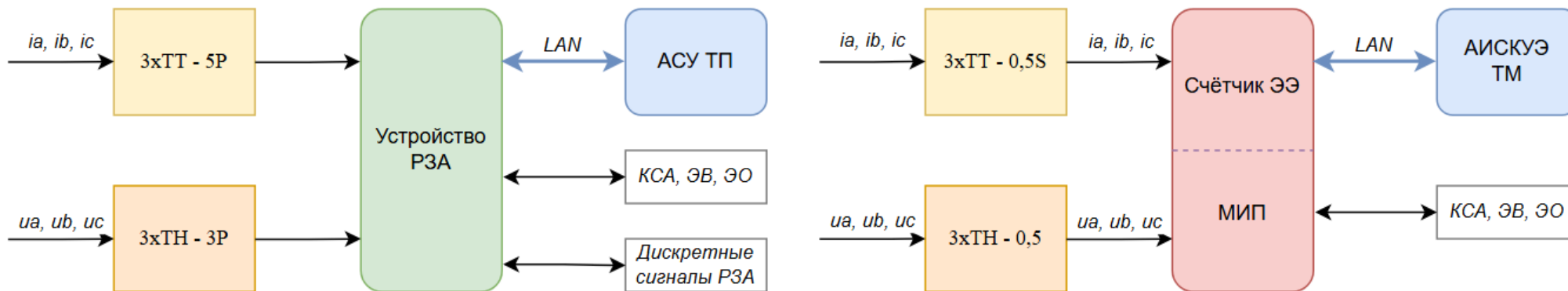
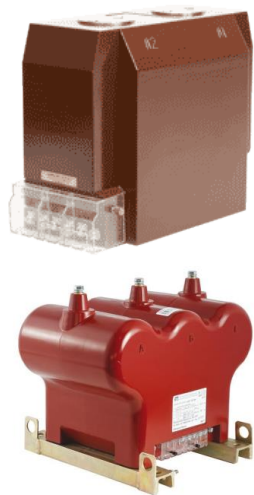
### Суточные

Напряжение (U)				Ток (I <sub>m</sub> )			
Дата периода (UTC)	Макс.	Средн.	MSD	Дата периода (UTC)	Макс.	Средн.	MSD
14.12.2025, 00:00:00	5925.199	5868.500	23.324	14.12.2025, 00:00:00	21.157	13.831	2.281
13.12.2025, 00:00:00	5922.343	5867.706	23.238	13.12.2025, 00:00:00	20.816	13.738	2.221
12.12.2025, 00:00:00	5918.215	5854.523	27.129	12.12.2025, 00:00:00	20.597	14.861	2.009
11.12.2025, 00:00:00	5929.257	5870.953	26.077	11.12.2025, 00:00:00	21.794	14.077	2.048
10.12.2025, 00:00:00	10784.258	5911.055	51.962	10.12.2025, 00:00:00	22.100	14.722	2.210
09.12.2025, 00:00:00	5954.721	5876.948	31.241	09.12.2025, 00:00:00	24.007	15.142	2.454
08.12.2025, 00:00:00	5921.688	5858.989	29.120	08.12.2025, 00:00:00	24.046	15.735	2.727
07.12.2025, 00:00:00	5941.870	5890.647	18.762	07.12.2025, 00:00:00	20.818	13.981	2.220
06.12.2025, 00:00:00	6028.365	5919.960	20.000	06.12.2025, 00:00:00	20.017	13.287	1.619
05.12.2025, 00:00:00	5974.546	5917.804	22.804	05.12.2025, 00:00:00	18.861	13.586	1.527
04.12.2025, 00:00:00	5964.360	5919.584	18.221	04.12.2025, 00:00:00	20.496	13.674	1.692
03.12.2025, 00:00:00	5957.874	5908.684	22.000	03.12.2025, 00:00:00	21.130	13.824	1.722
02.12.2025, 00:00:00	5959.016	5904.544	23.152	02.12.2025, 00:00:00	19.036	13.537	1.518
01.12.2025, 00:00:00	10662.493	5951.869	422.388	01.12.2025, 00:00:00	4722.812	14.799	4.219
30.11.2025, 00:00:00	5948.175	5906.665	20.100	30.11.2025, 00:00:00	50.840	34.678	8.118
29.11.2025, 00:00:00	5951.239	5899.982	20.976	29.11.2025, 00:00:00	52.304	35.069	7.267
28.11.2025, 00:00:00	5932.598	5859.458	34.641	28.11.2025, 00:00:00	52.036	37.126	7.398

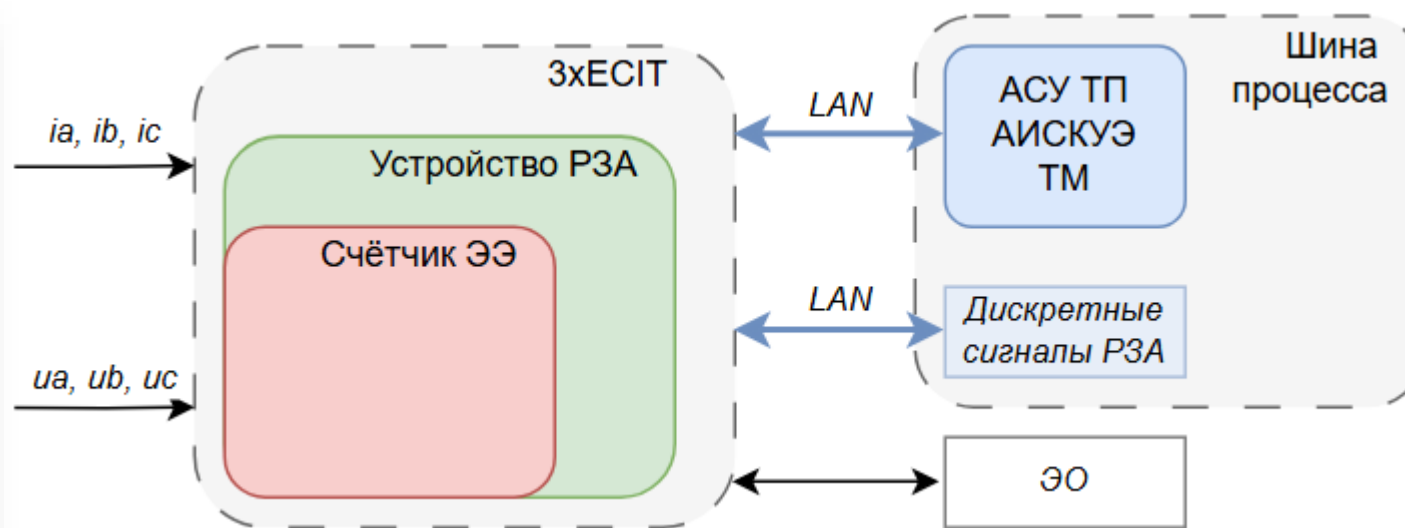
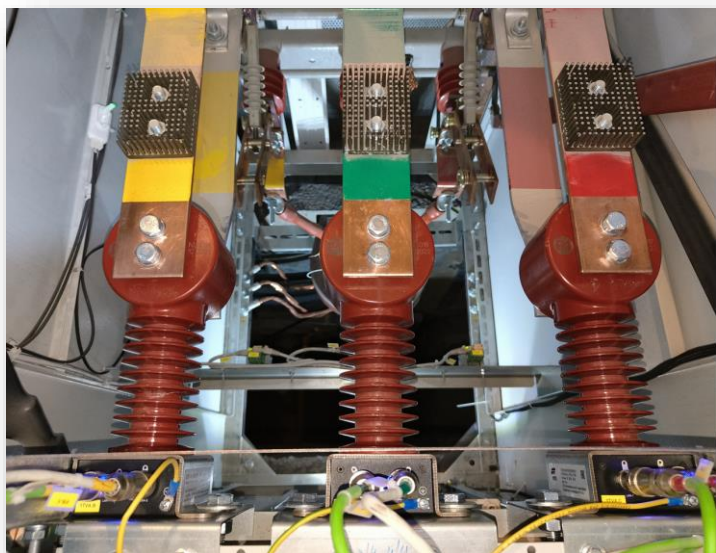
### Часовые

Напряжение (U)				Ток (I <sub>m</sub> )			
Дата периода (UTC)	Макс.	Средн.	MSD	Дата периода (UTC)	Макс.	Средн.	MSD
16.12.2025, 07:00:00	5832.202	5819.976	4.000	16.12.2025, 07:00:00	20.268	15.794	0.679
16.12.2025, 06:00:00	5838.558	5820.772	6.325	16.12.2025, 06:00:00	18.785	15.216	0.849
16.12.2025, 05:00:00	5847.901	5835.037	5.292	16.12.2025, 05:00:00	19.432	14.945	0.977
16.12.2025, 04:00:00	5873.070	5855.348	6.633	16.12.2025, 04:00:00	17.306	13.399	1.069
16.12.2025, 03:00:00	5887.004	5870.682	6.000	16.12.2025, 03:00:00	13.547	11.760	0.819
16.12.2025, 02:00:00	5890.078	5872.188	7.483	16.12.2025, 02:00:00	10.583	10.142	0.100

## Электромагнитные трансформаторы тока и напряжения



## Цифровой комбинированный трансформатор тока и напряжения





**Спасибо за внимание!**

А.Ю. Шеметов

ООО «Инженерный центр «Энергосервис»

Архангельск  
17-19 декабря 2025