ens

инженерный центр
энергосервис

Комбинированные измерительные трансформаторы с цифровым выходом для ПС 35-110 кВ

г. Санкт-Петербург

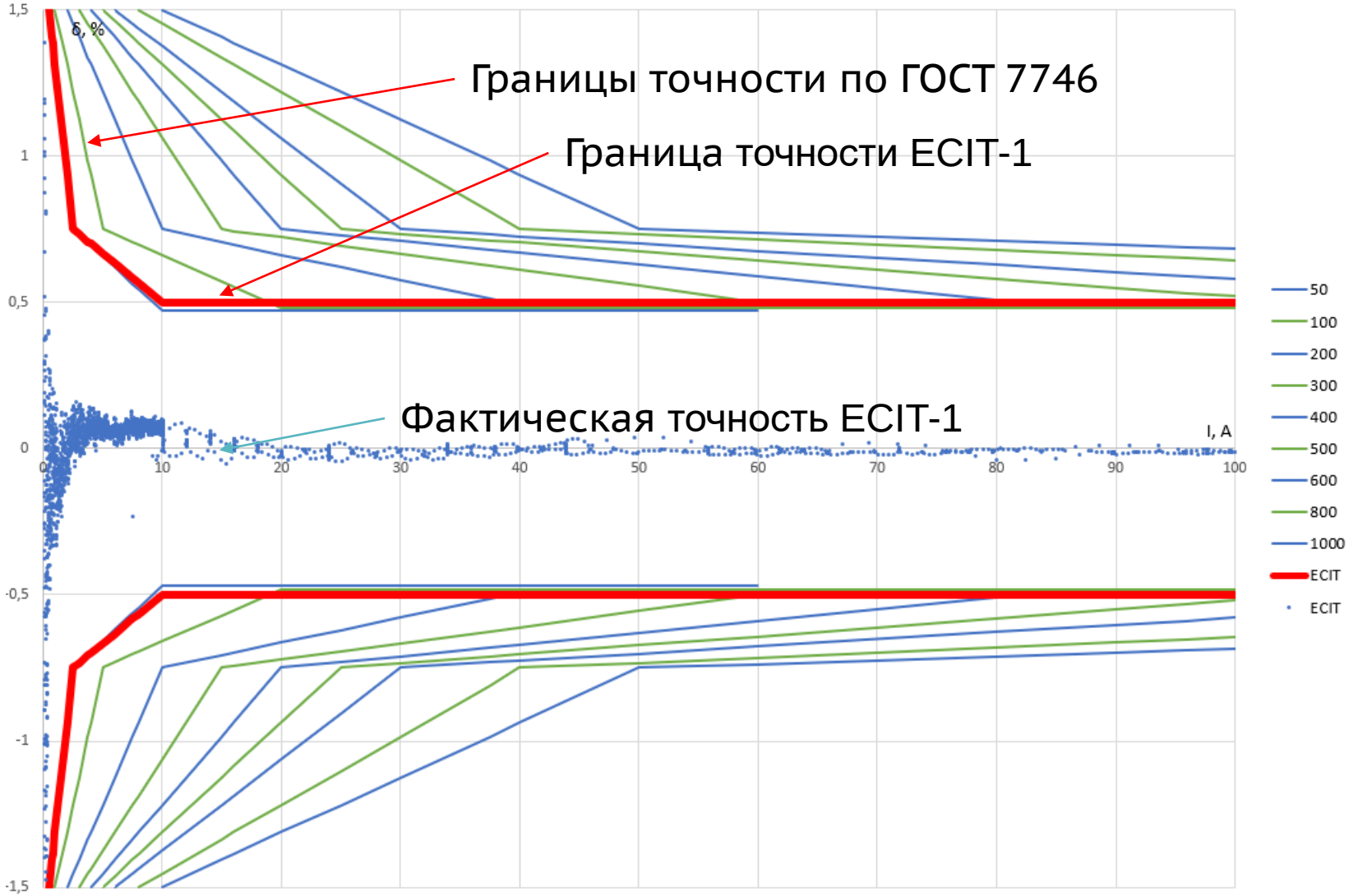
12 ноября 2026

Измерение переменного тока

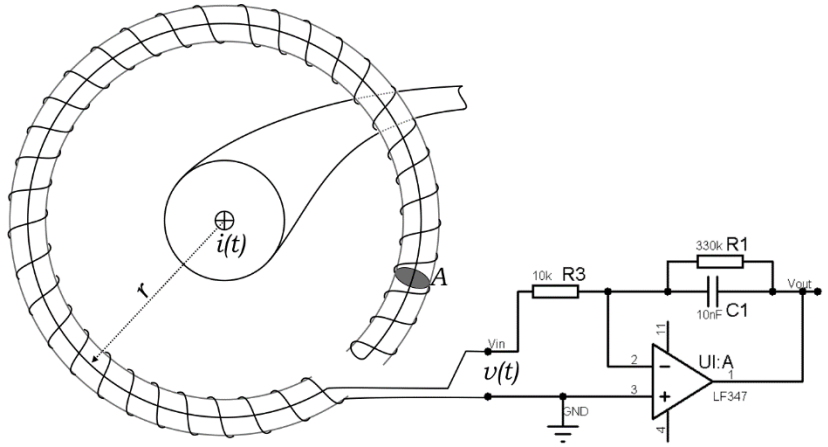
Характеристика измерителей тока на различных физических принципах

Физический принцип	Метод измерений		точность промышленная	линейность	температурная зависимость	динамический диапазон	максимальная частота, Гц	стоимость, руб.
Магнитный	Флюксгейт	компенсационного типа	0,5	0,01	0	10 000 : 1	50 000	-
		прямого усиления	2,0	1,00	2	100 : 1	10 000	-
	Магнитотранзисторный	полевой (MGFET)	-	1,00	2	100 : 1	1 000 000	-
		биполярный (BMT)	-	1,00	3	10 : 1	10 000	-
	Магнитодиодный		2,0	1,00	3	30 : 1	10 000	-
	Магнитоимпедансный GMI		0,5	0,50	5	40 : 1	2 000	-
	Магниторезистивный	TMR	2,0	0,20	1	100 : 1	10 000 0000	60 000
		GMR	1,0	0,20	2	10 : 1	1 000 000	60 000
		AMR	0,5	0,20	3	10 : 1	1 000 000	60 000
	Датчик Холла	компенсационного типа	0,5	0,20	2	2 000 : 1	100 000	80 000
		прямого усиления	2,0	0,50	3	200 : 1	20 000	40 000
	Катушка (пояс) Роговского		0,5	0,20	2	50 000 : 1	1 000 000	15 000
	Электромагнитный трансформатор		0,2	0,20	2	200 : 1	3 000	7 000
Оптический	Интерферометр Саньяка		0,2	0,50	0	100 000 : 1	10 000	1 200 000
	Эффект Фарадея		0,2	0,10	3	3 000 : 1	100 000 000	1 200 000

Увеличенный диапазон измерений силы тока ECIT-1



Относительная погрешность, %	±0,75 при $0,01 \cdot I_{ном} \le I < 0,05 \cdot I_{ном}$ ±0,5 при $0,05 \cdot I_{ном} \le I \le 20 \cdot I_{ном}$
Угловая погрешность, ′	±45 при $0,01 \cdot I_{ном} \le I < 0,05 \cdot I_{ном}$ ±30 при $0,05 \cdot I_{ном} \le I \le 20 \cdot I_{ном}$



Стоимость измерительного трансформатора с цифровым выходом

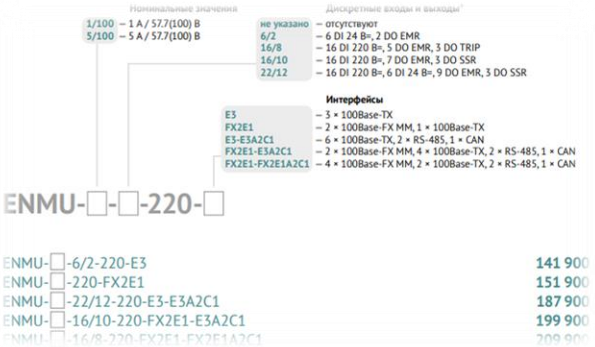
Оценочная стоимость различных сенсоров тока и напряжения, руб.

Метод измерений	Ориентировочная стоимость готового датчика 1000 А, руб.	с цифровым выходом, руб.
Электромагнитный трансформатор тока	7 000	100 000
Токовый шунт	8 000	100 000
Катушка Роговского	15 000	100 000
Датчик Холла	40 000	130 000
Магниторезистивный	60 000	150 000
Датчик Холла (компенсационный датчик)	80 000	170 000
Флюксгейт (феррозонд) замкнутый контур	150 000	240 000
ВОДТ (эффект Фарадея)	1 200 000	1 200 000

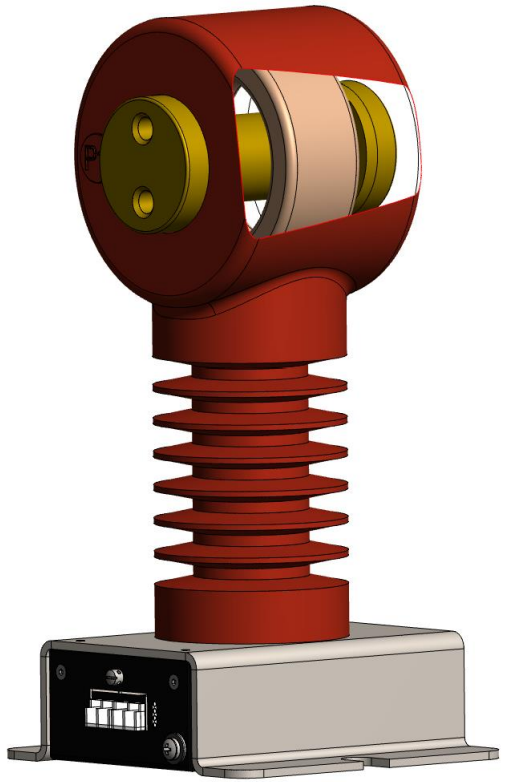


ПАС, 142...210 тыс. руб.

Метод измерений	Ориентировочная стоимость готового датчика 1000 А, руб.	с цифровым выходом, руб.
Электромагнитный трансформатор напряжения	10 000	100 000
Резистивный делитель	20 000	100 000
Емкостной делитель	20 000	100 000
Эффект Поккельса	1 200 000	1 200 000



Характеристики ECIT-1

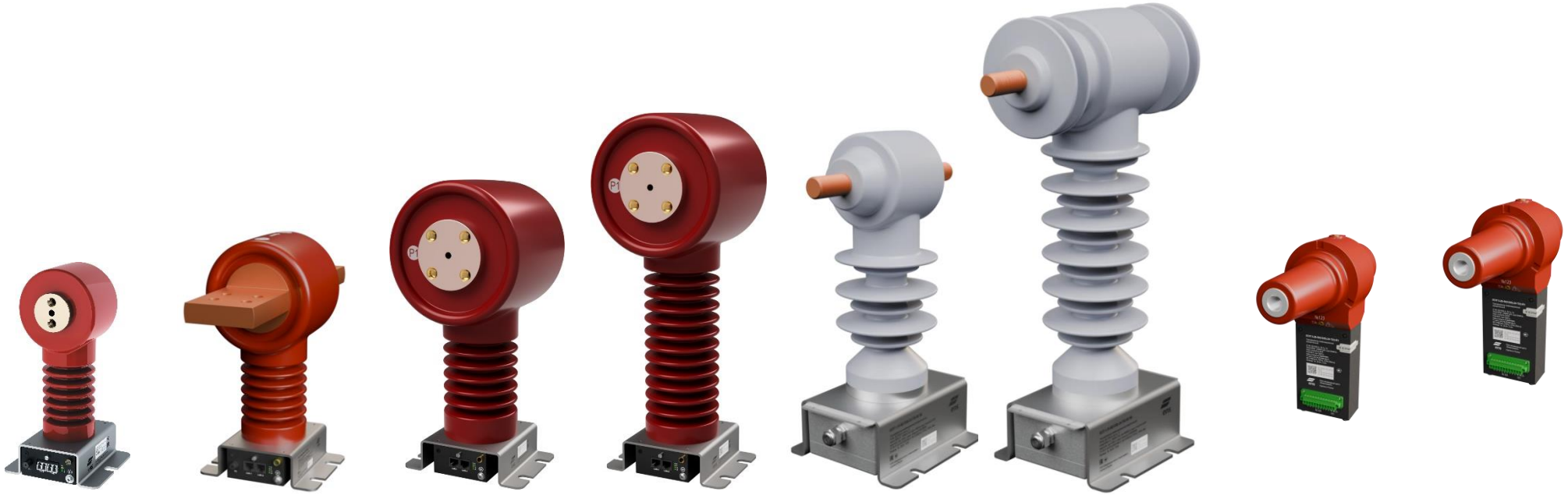


ECIT-1
ФИФ №94207-24

Наименование характеристики	Значение
Диапазон номинального напряжения переменного тока $U_{ном}$, В	от 3000/√3 до 16000/√3
Класс точности по напряжению для измерений/защиты по ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010	0,5/3P
Номинальный первичный ток $I_{ном}$, А	50
Номинальный расширенный первичный ток I_{pcr}, А	1000
Класс точности по току для измерений/защиты по ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015	0,5S/5PR
Пределы допускаемой абсолютной угловой погрешности сдвига фаз между напряжением и током (для измерений/защиты), мин	15/30
Ток секундной термической стойкости I_{th}, кА	25
Ток электродинамической стойкости I_{dyn}, кА	63
Количество измеряемых фаз	1
Тип входа синхронизации времени	1PPS, IRIG, PTP

https://enip2.ru/production/cit/ecit-1/

ЦКИТ серий ECIT-1, ECIT-1S, ECIT-3



Модель	ECIT-1-15	ECIT-1-15	ECIT-1-24	ECIT-1-35	ECIT-1S-15	ECIT-1S-35	ECIT-3-20	ECIT-3-35
$I_{нр}$, до … А	1000	4000	1600	1600	1250	1250	1250	630
$U_{нр}$, до … кВ	15	15	24	35	15	35	20	35
Исп. напряжение, кВ	38	38	60	80	38	80	50	80
I_{th}	25 кА/1 с	40 кА/1 с	40 кА/1 с	40 кА/1 с	25 кА/1 с	25 кА/1 с	25 кА/1 с	25 кА/1 с
I_{dyn}, кА	63	100	100	100	63	63	63	63
Условия	У3	У3	У3	У3	УХЛ1	УХЛ1	У3	У3
Масса, кг	4	7	12	15	10	14	2,5	2,5

Унификация номиналов

- многочисленный ряд традиционных измерительных трансформаторов по номинальному току и напряжению;

Номинальный ток первичной обмотки, А	50, 100, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1600, 2000, 2500, 3000, 4000

Класс напряжения, кВ	3	6	10	15	20
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	3,6	7,2	12	17,5	24
Номинальное напряжение первичной обмотки, кВ	3/√3; 3,3/√3	6/√3; 6,3/√3; 6,6/√3; 6,9/√3	10/√3; 10,5/√3; 11/√3	13,8/√3; 15/√3; 15,75/√3; 16/√3	18/√3; 20/√3; 22/√3



ECIT 6-35 кВ

У3
4 исп.



УХЛ1
2 исп.



Комбинированные трансформаторы



97 кг

100 А, 200 А, 400 А, 600 А,
800 А, 1000 А, 1200 А

0,5S/0,5/5P/10P

Контроль вторичной нагрузки,
Кратности тока РЗА

Насыщение и остаточная
намагниченность

+



79 кг

24 кВ, 27 кВ, 35 кВ

0,5/3P/5P

Контроль потерь
и вторичной нагрузки

Феррорезонанс

=



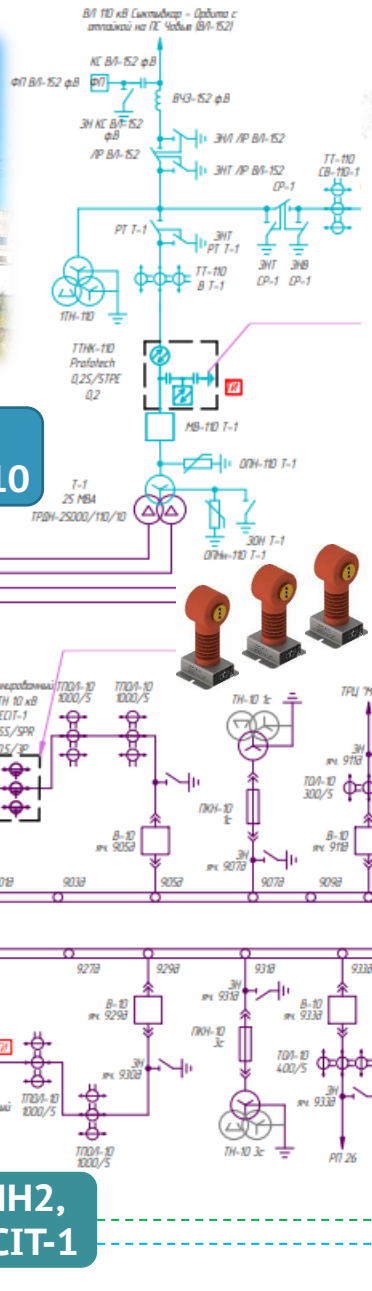
15 кг

До 1250 А, до 35 кВ

SV-1-0,5S/0,5
SV-2-5PR/3P
SP-1-5PR/3P

Опыт применения ЦКИТ: ПС «Орбита» 110/10 кВ, Т-1 25 МВА





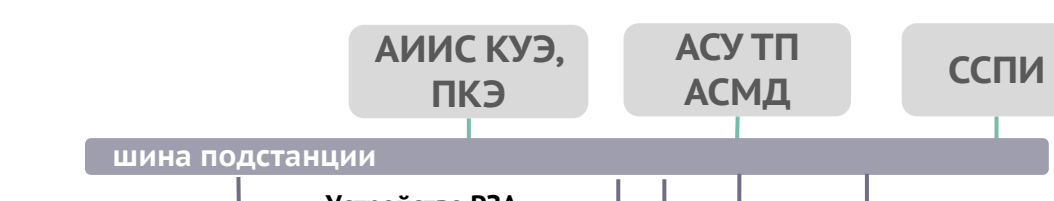


Т-1
ТРДМ-2500/110/10

ВН,
ЦТТН (ЭОБ)

НН1,
ECIT-1

НН2,
ECIT-1



Устройство РЗА с поддержкой SV-потоков

Т-1, РЗА

SV 4000 Гц

SV 12000 Гц

ВН

НН1

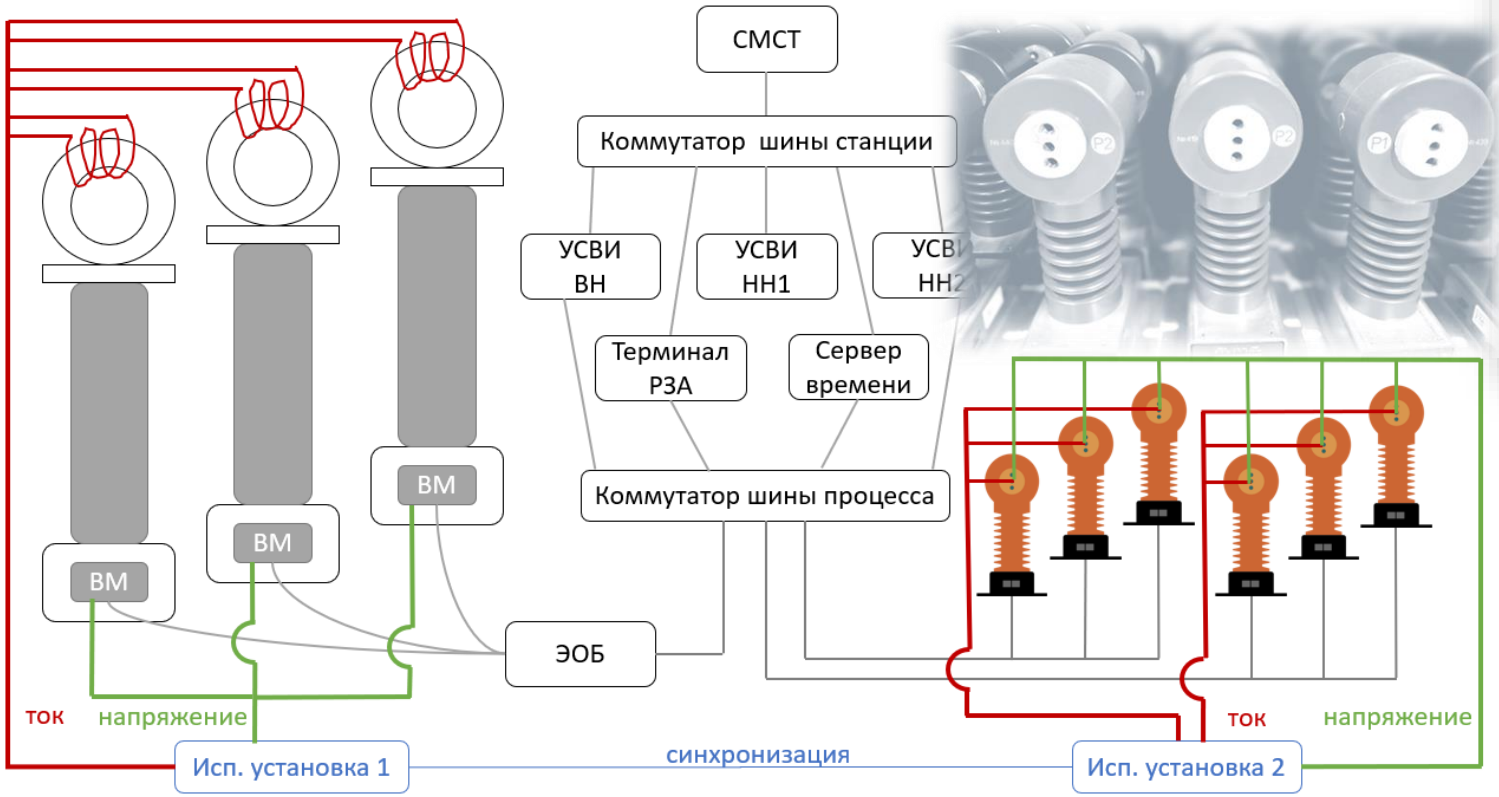
НН2

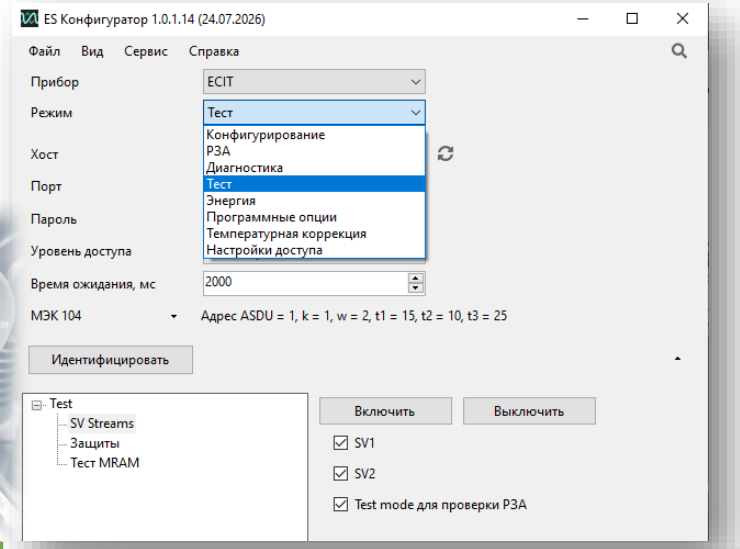
Цифровой счетчик электроэнергии, ПКЭ и МИП

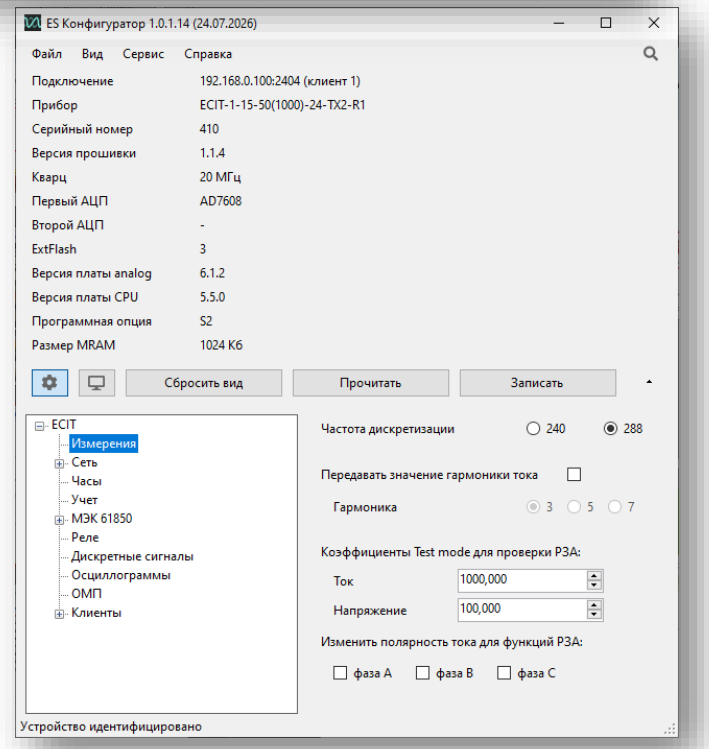
№ порта коммутатора SW2	Настройки порта	Устройство на порту	SV	svID	dest. MAC (hex)	APPID (hex)	VLAN Id (dec)
Оптика	VLAN						
1	U, 5,7	ECIT #1-1 (121)	SV80	MU01	01:0C:CD:04:00:03	4001	5
			SV240	MU01_1	01:0C:CD:04:00:07	4000	7
2	U, 5, 8	ECIT #1-2 (126)	SV80	MU01	01:0C:CD:04:00:04	4002	5
			SV240	MU01_2	01:0C:CD:04:00:08	4000	8
3	U, 5, 9	ECIT #1-3 (156)	SV80	MU01	01:0C:CD:04:00:04	4003	5
			SV240	MU01_3	01:0C:CD:04:00:09	4000	9
4	U, 6, 10	ECIT #2-1 (157)	SV80	MU02	01:0C:CD:04:00:05	4011	6
			SV240	MU02_1	01:0C:CD:04:00:0A	4000	10
5	U, 6, 11	ECIT #2-2 (158)	SV80	MU02	01:0C:CD:04:00:06	4012	6
			SV240	MU02_2	01:0C:CD:04:00:0B	4000	11
6	U, 6, 12	ECIT #2-3 (159)	SV80	MU02	01:0C:CD:04:00:06	4013	6
			SV240	MU02_3	01:0C:CD:04:00:0C	4000	12
7	U, 3, 4	ЭОБ	SV80	T06224SV80	01:0C:CD:04:00:01	4000	3
			SV256	T06224SV256	01:0C:CD:04:00:02	4000	4
8	-	-	-	-	-	-	-



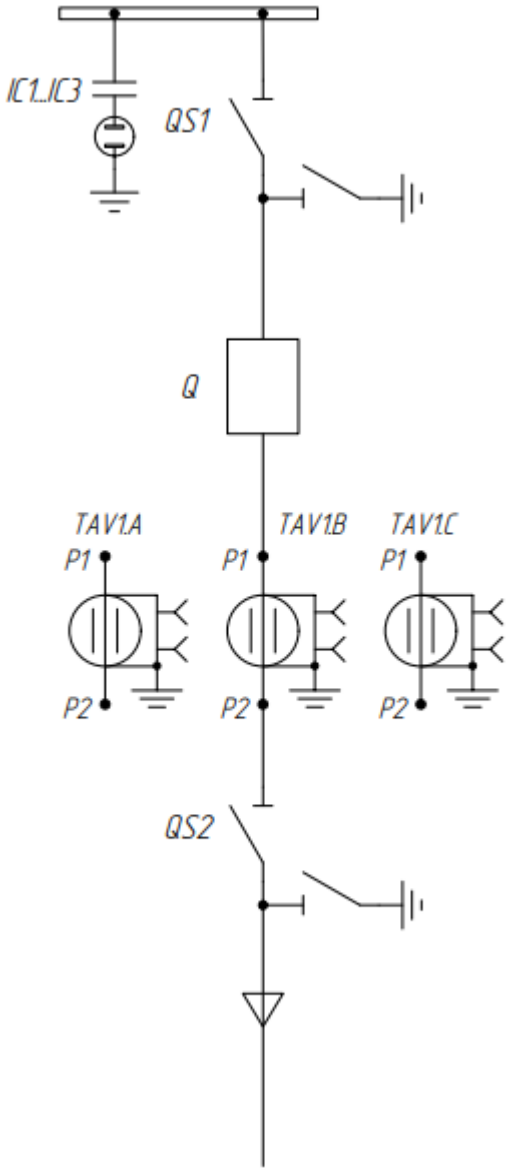
Проверка измерений и функций РЗА





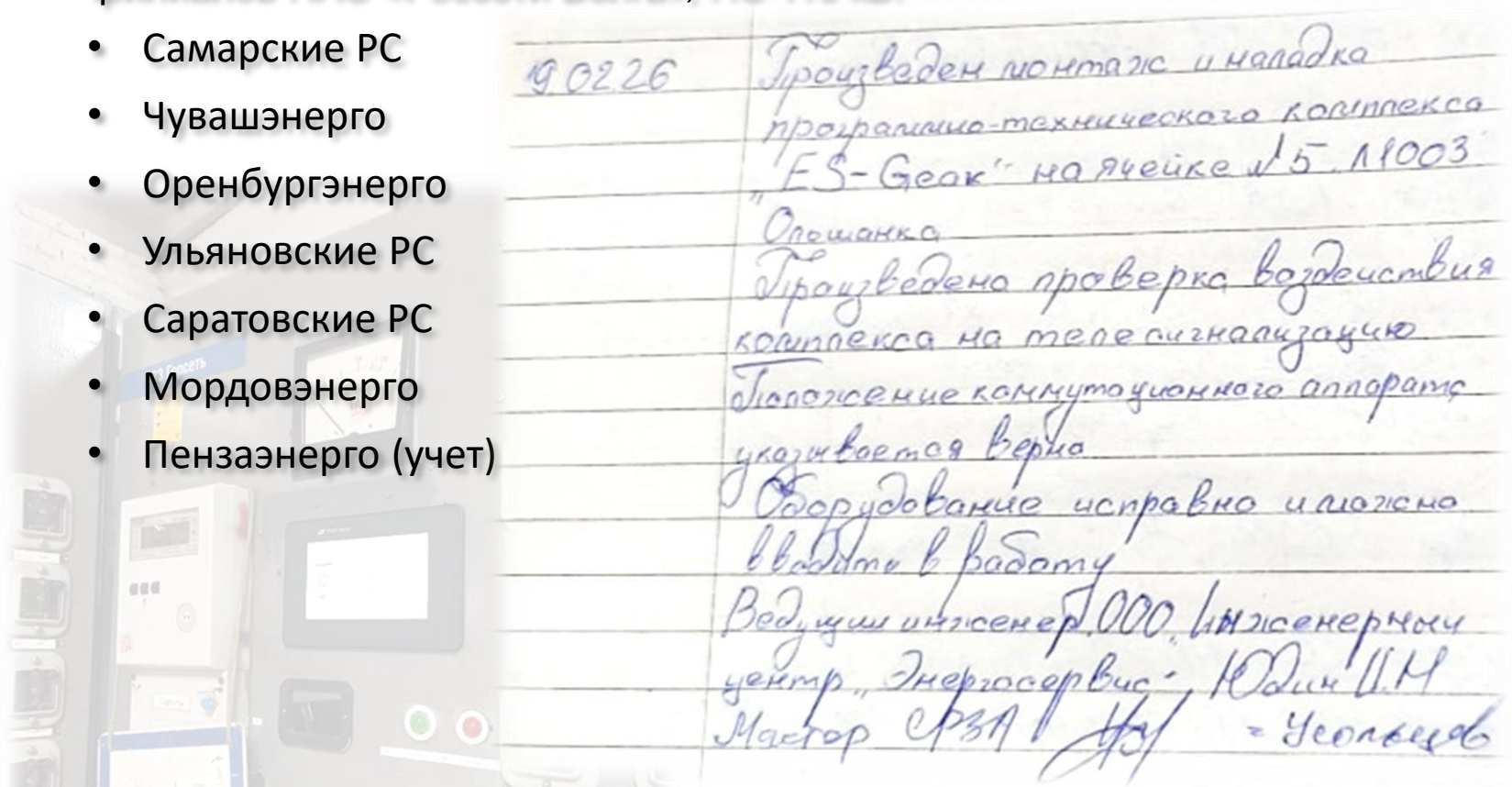


ОПЭ в сетях филиалов ПАО «Россети Волга», ПС 110 кВ



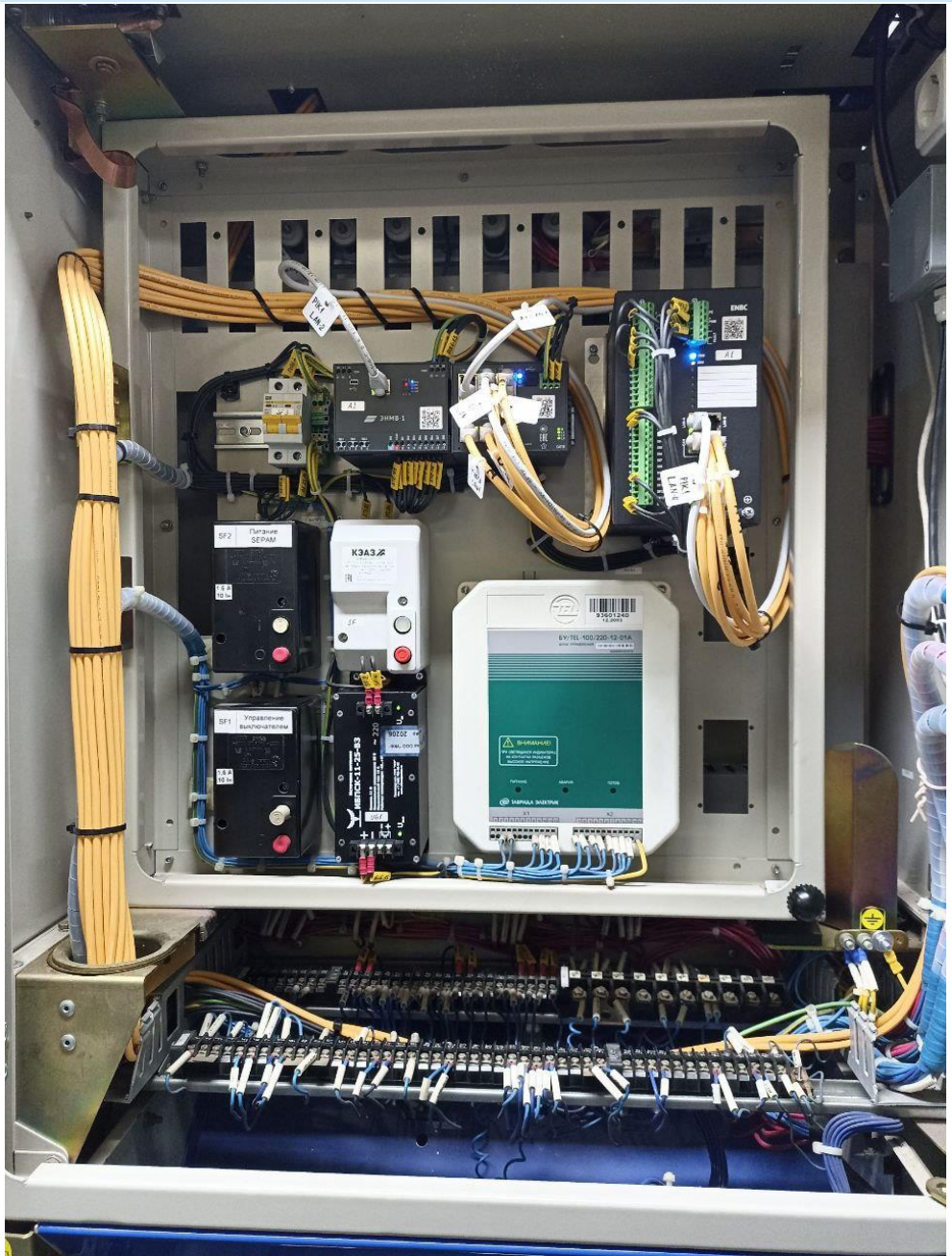
2025-27 г., опытная эксплуатация в сетях филиалов ПАО «Россети Волга», ПС 110 кВ:

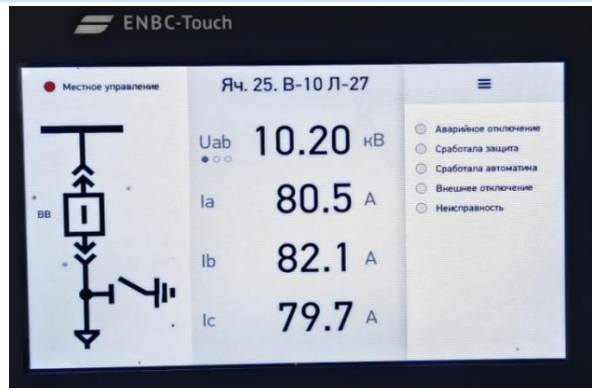
- Самарские РС
- Чувашэнерго
- Оренбургэнерго
- Ульяновские РС
- Саратовские РС
- Мордовэнерго
- Пензаэнерго (учет)

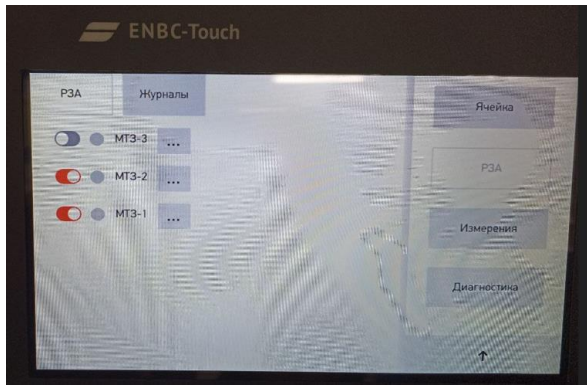


ОПЭ в сетях филиалов ПАО «Россети Волга», ПС 110 кВ











ЦКИТ с функциями РЗА

6-35 кВ

ТН	ТТ
0,5	0,5S
3P	5PR



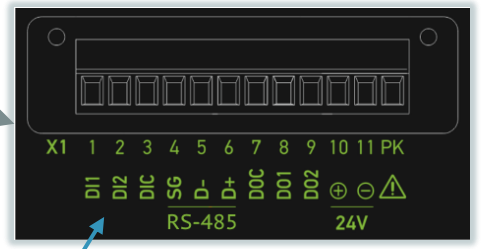
РЗА

НМТЗ/U	ТО (БНТ)	ТЗНП(Н)	
ЗОФ	ЗДЗ	ЗМН	ЗПН
ЛЗШ	УРОВ	АУВ	
АПВ	АЧР	ЧАПВ	ЗПЧ
ЗПП	ОМП	РАС	

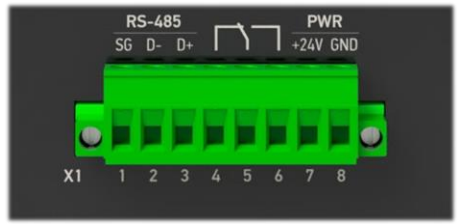
...



ECIT-1S-...R2



ECIT-1S-...R1



датчик дуги	**параметры сети**
тех.учет ЭЭ	**встроенные DI/DO**

IEC 61850 SV/SP, GOOSE	**IEEE C37.118.2**	**Modbus TCP**	**http**	
	IEC 60870-104	**SNTP**	**SNMP**	**PTPv2**

ens

инженерный центр
энергосервис

enip2.ru
p.seitov@ens.ru
Павел Сеитов
техническая поддержка



Спасибо за внимание!

Статистика для средств измерений с цифровым выходом

Производитель	Обозначение	Назначение	ФИФ	Кол-во поверок
Публикаторы потока SV				
Профотек	ДНЕЭ	ЦТН	89123-23	15
	ТТЭО	ЦТТ	83534-21	164
	ДНЕЭ-500	ЦТН	74128-19	2
	ТТНК	КЦТТН	72862-18	5
	ЭТН	ЦТН	69653-17	13
	ЭТН	ЦТН	64833-16	0
	ТТЭО	ЦТТ	64135-16	19
	ДНЕЭ	ЦТН	64134-16	48
	ТТЭО	ЦТТ	63877-16	119
	ДНЕЭ	ЦТН	60488-15	1
	ТТЭО	ЦТТ	60487-15	5
	ВОПТ-П	ЦТТ	49252-12	19
	ВОПН	ЦТН	48485-11	1
Энергосервис	ECIT-1	КЦТТН	94207-24	269
	ECIT-3	КЦТТН	99004-26	3
	ENMU	УС	73811-19	592
НПО ЦИТ	ЦТТН	КЦТТН	70302-18	5
	ЦТТ	ЦТТ	75300-19	2
	ЦТН	ЦТН	75299-19	0
РАСУ	SAMU-01R	УС	86674-22	20
УЭТМ	ЭТТВ-УЭТМ	ЦТН	-	0
	ЭЭТТ-УЭТМ	Эталон ЦТТ	96239-25	1
Оптиметрик	TECV	ЦТТН	82812-21	0
АйКью Системс	ВОТН-220	ЦТН	76421-19	0
Марс-Энерго	КРИСМАРС	КЦТТН	-	0
Челэнергоприбор	ТРАТОН-110	КЦТТН	-	0
ПиЭлСи Технолоджи	TOPAZ OCTU	ЦТТ	83953-21	0
ЭКРА	БЭ2704V750	УС	72269-18	0
Континуум	Эпсилон	УС	33707-07	0
Omicron	Omicron 256 plus	Испытательное оборудование	57750-14	104
	Omicron 256 plus	Испытательное оборудование	26170-09	330
Динамика	Ретом-61850	Испытательное оборудование	82540-21	176
Марс-Энерго	Энергомонитор-61850	Эталон	73445-18	50 шт
	МарсГен-61850	Эталон	76741-19	30 шт
	УПВК-МЭ 61850	Эталон	60987-15	6 шт

Статистика для средств измерений с цифровым выходом

Производитель	Обозначение	Назначение	ФИФ	Кол-во поверок
Подписчики потока SV				
Энергосервис	ESM-SV	Счетчик	66884-17	212
Прософт-Системы	ARIS EM	Счетчик	74510-19	130
	ARIS EM	Счетчик	66308-16	4
	РЭС-3-61850	Регистратор	-	0
РАСУ	cIED	Счетчик	90499-23	27
РиМ	АКРОС-61850	Счетчик	99280-26	6
Релематика	ТОР 300 ЗГ	Устройство РЗА	-	0
Радиус Автоматика	Сириус-2МЛ	Устройство РЗА	-	0
ЭКРА	ТН1000	Устройство РЗА	74559-19	0
	БЭ2704 5ХХ	Устройство РЗА	75340-19	0

ЦТТ – измерительный трансформатор тока с цифровым интерфейсом
(СТО 34.01-3.2-017-2022. Цифровые трансформаторы тока 6-750 кВ. Общие технические условия)

ЦТН – измерительный трансформатор напряжения с цифровым интерфейсом
(СТО 34.01-3.2-016-2022. Цифровые трансформаторы напряжения 6–750 кВ. Общие технические условия)

КЦТТН – комбинированный измерительный трансформатор тока и напряжения с цифровым интерфейсом
(СТО 34.01-3.2-016-2022. Цифровые трансформаторы напряжения 6–750 кВ. Общие технические условия, СТО 34.01-3.2-017-2022. Цифровые трансформаторы тока 6-750 кВ. Общие технические условия)

УС – аналогово-цифровое устройство сопряжения с шиной процесса согласно
(СТО 56947007-29.240.10.272-2019 «Аналого-цифровые устройства сопряжения. Методы испытаний»)

Устройство РЗА – техническое устройство (аппарат, терминал, блок, шкаф, панель), реализующее заданные функции РЗА и обслуживаемое (оперативно и технически) как единое целое
(СТО 56947007- 29.240.10.299-2020 «Цифровая подстанция. Методические указания по проектированию ЦПС»)