

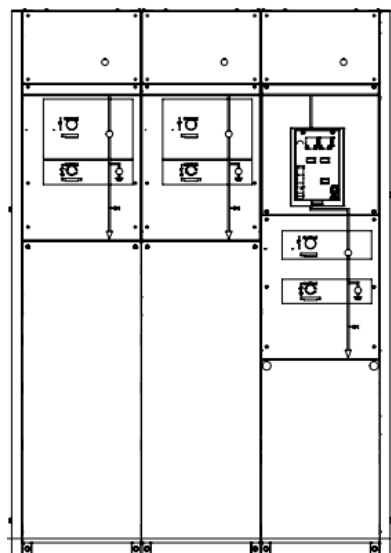
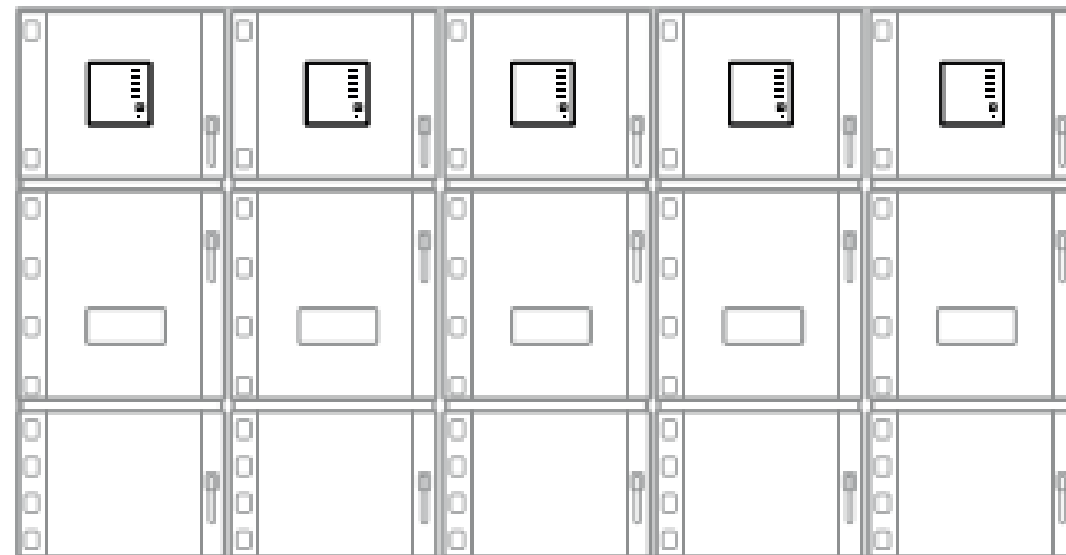


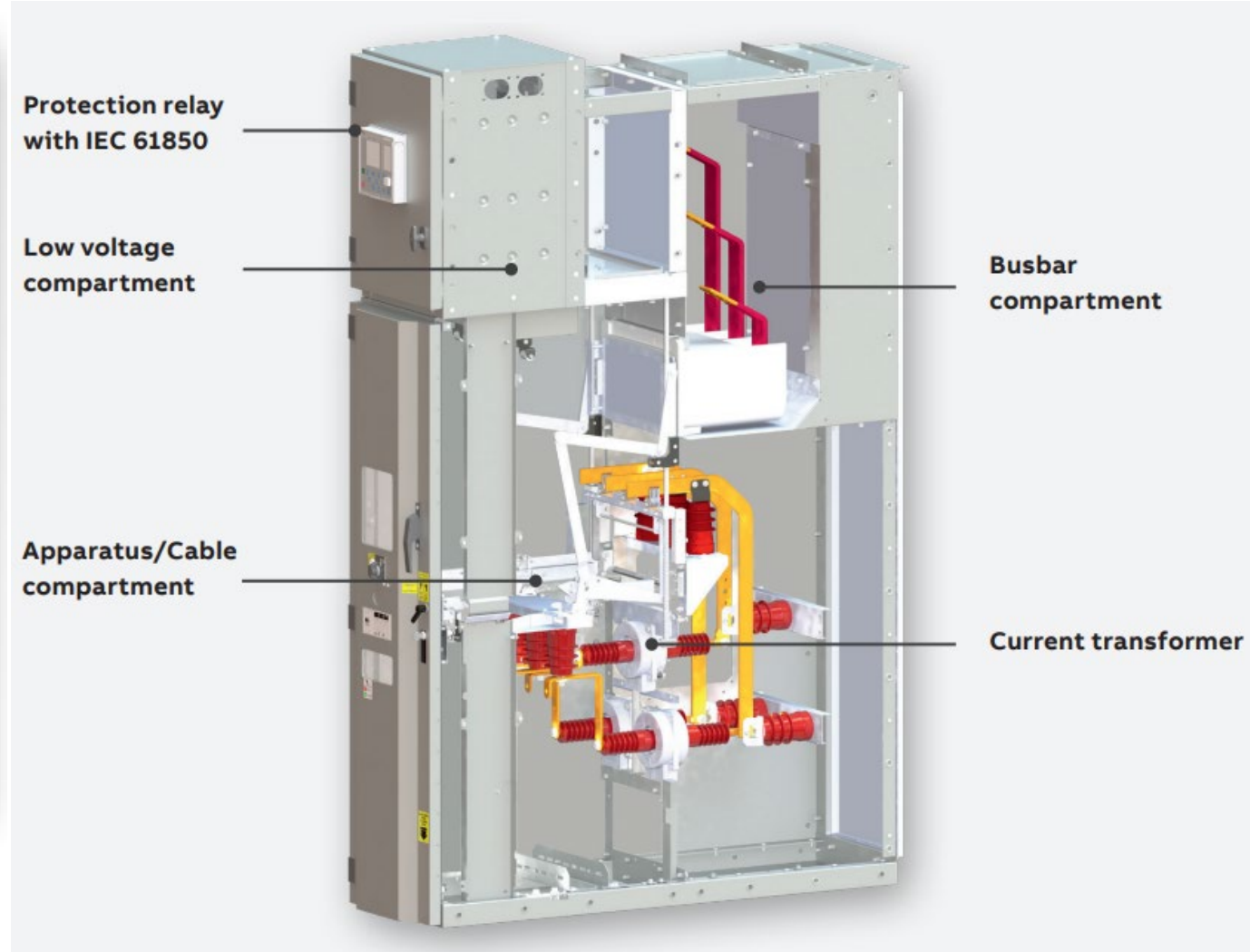
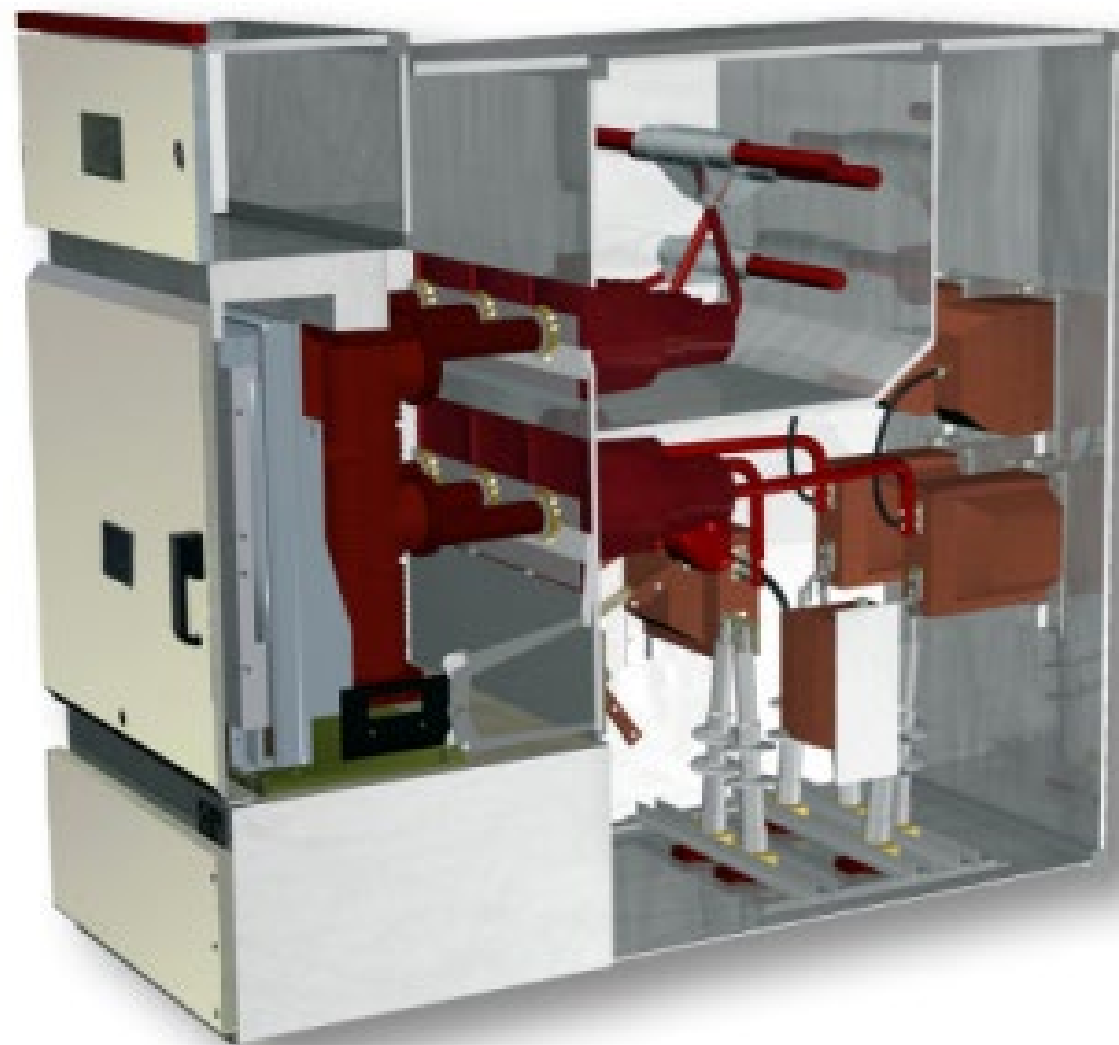
Цифровые комбинированные измерительные трансформаторы тока и напряжения для распределительных сетей среднего напряжения

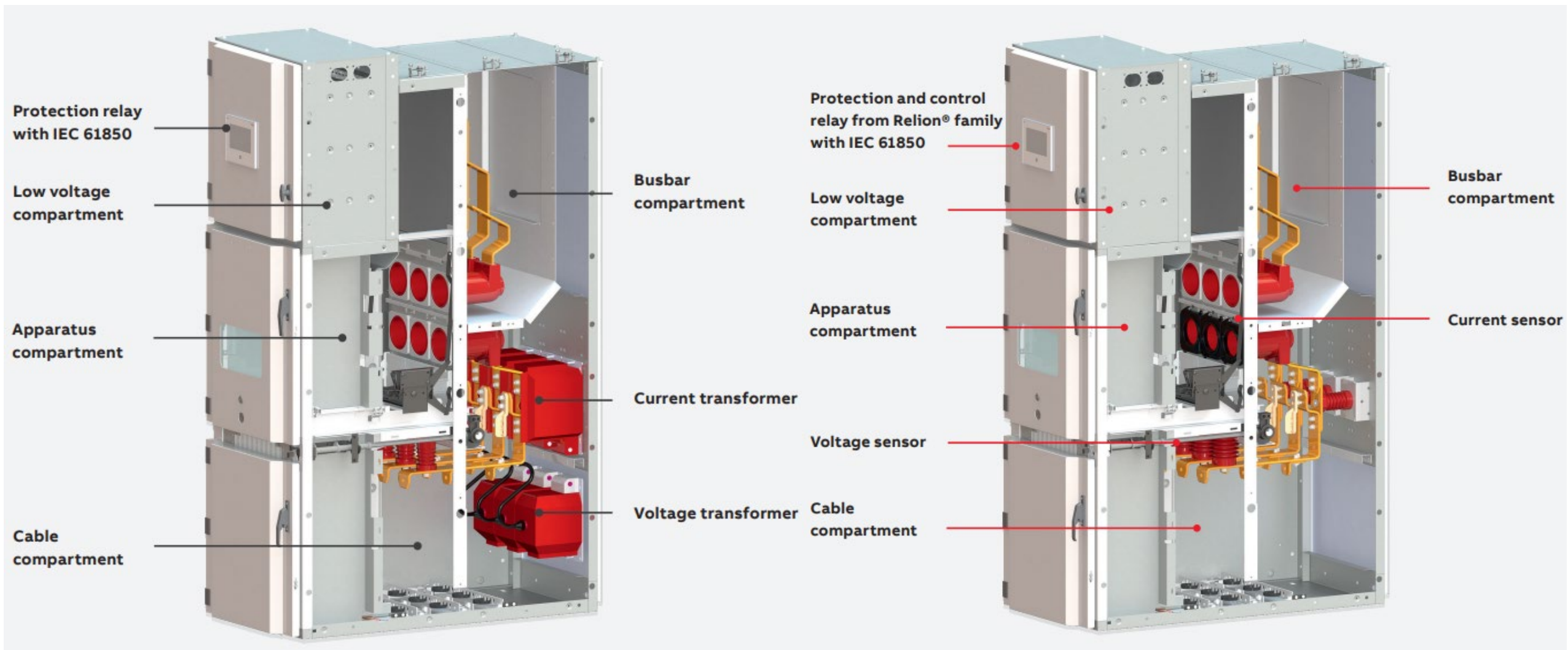
Д.Н. Ульянов, Р.С. Плакидин, П.И. Андреев

Новосибирск
07-12 июля 2025

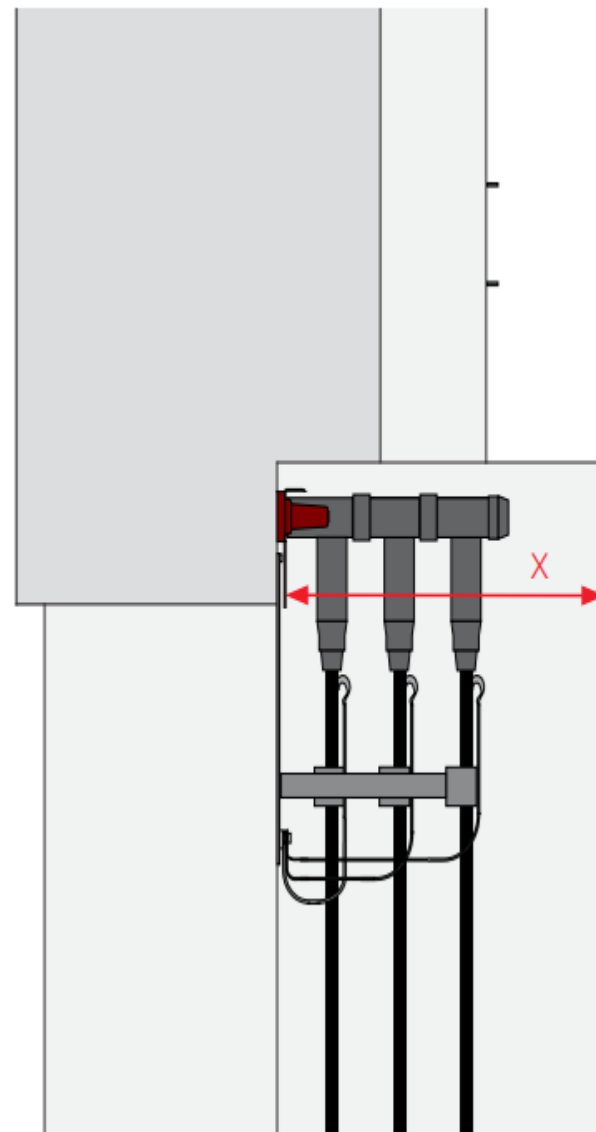
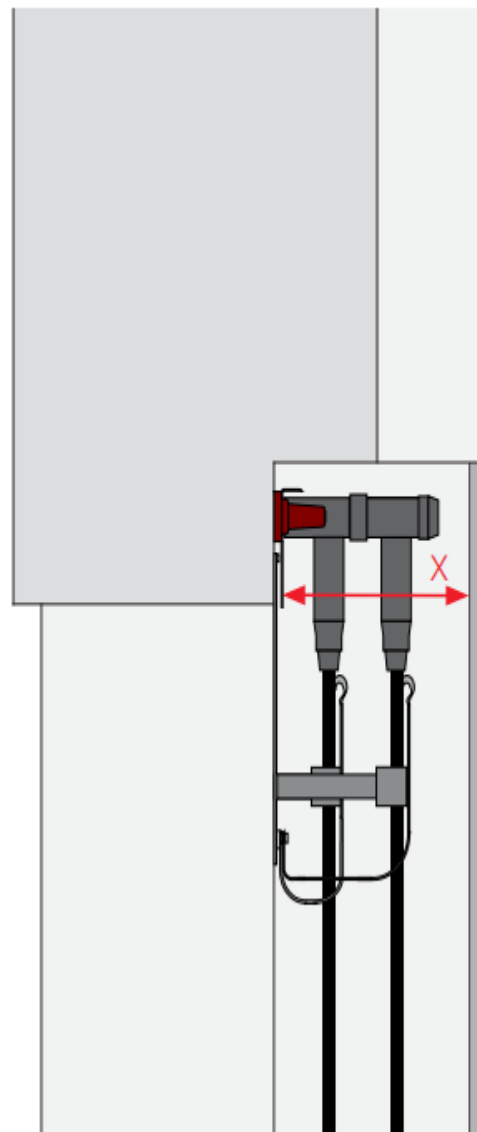
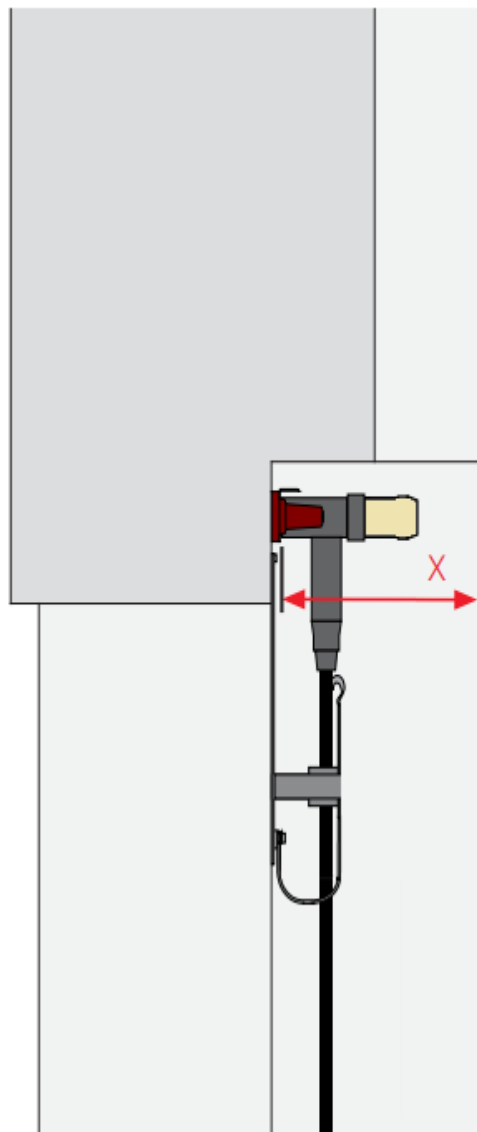
Уменьшение размеров







Нет места для ТТ, ТН



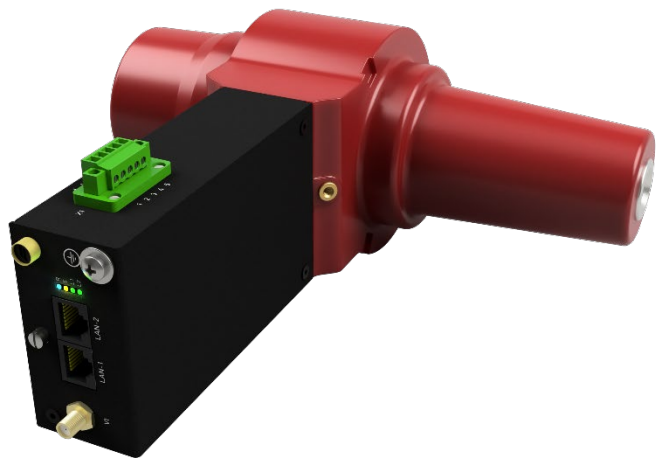
Внешний вид КРУЭ 12/24/35 кВ



Fluorine 12/24/35 кВ



ECIT-3-20-50(1250)-TX2-24-R1

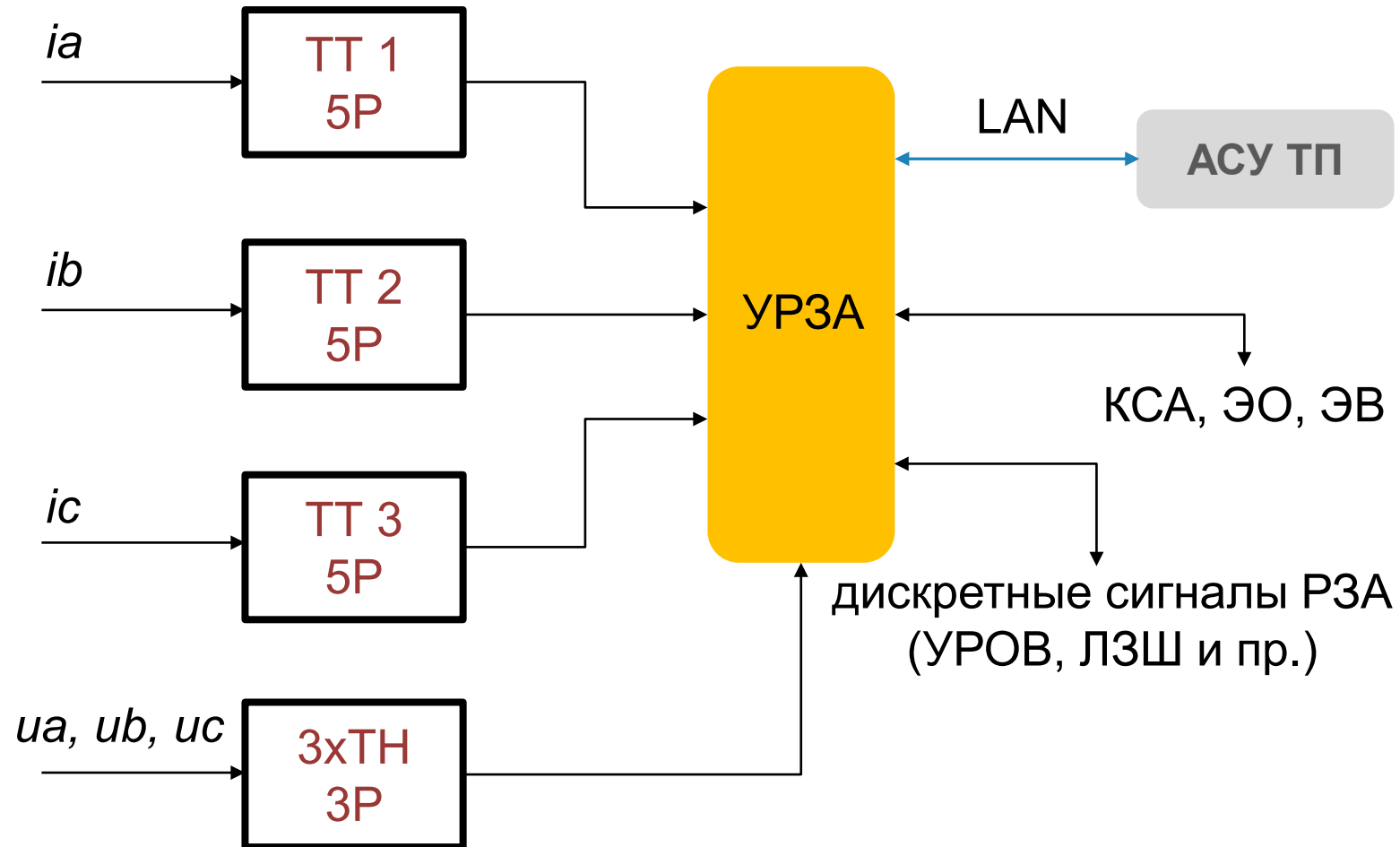


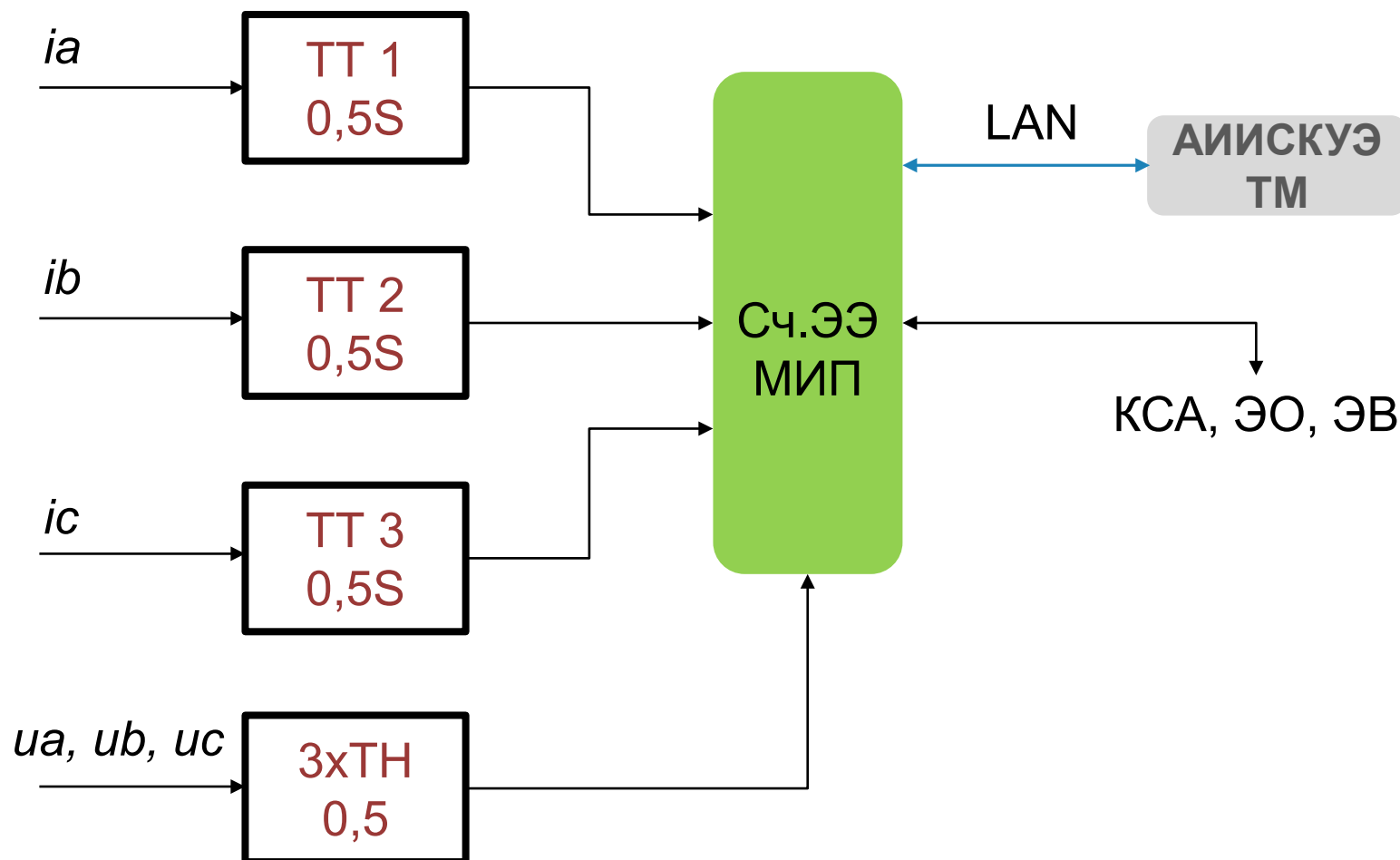
измерительный трансформатор

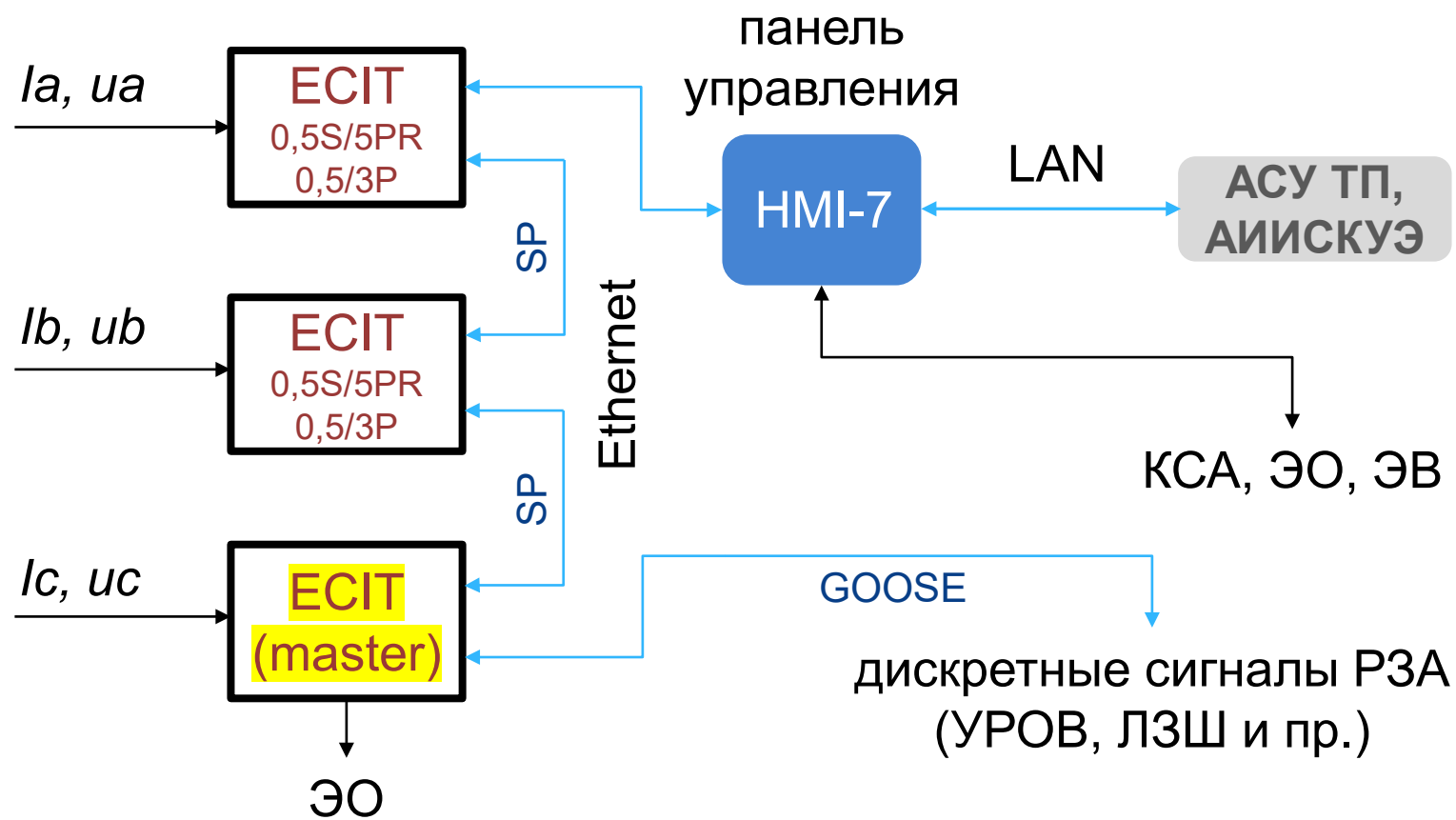


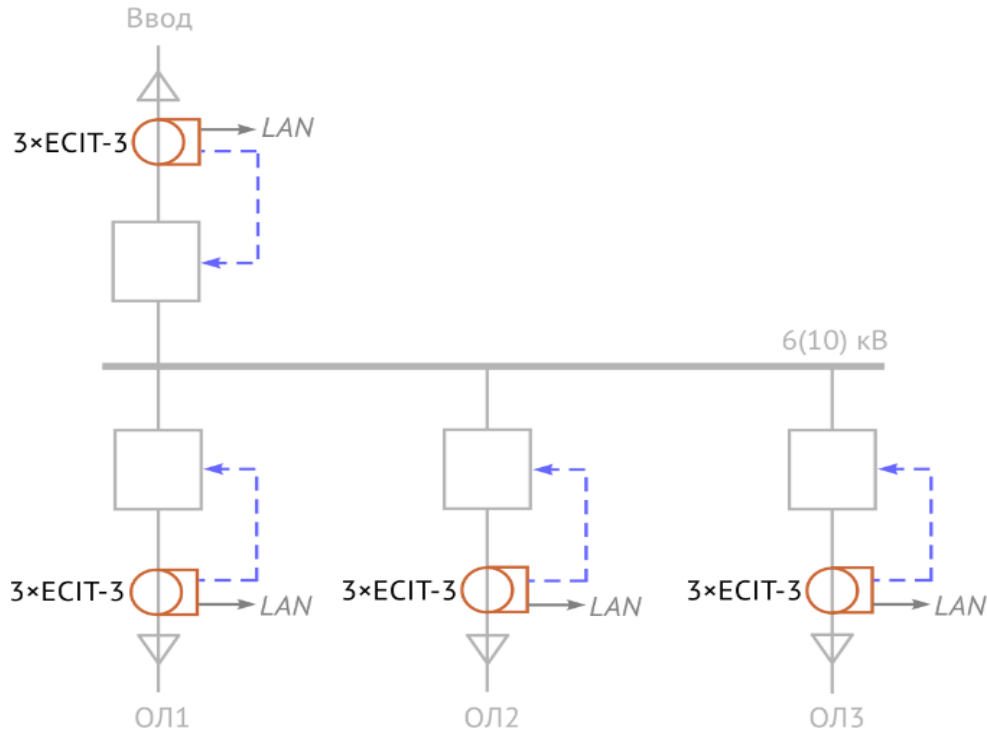
IEC 61869-1







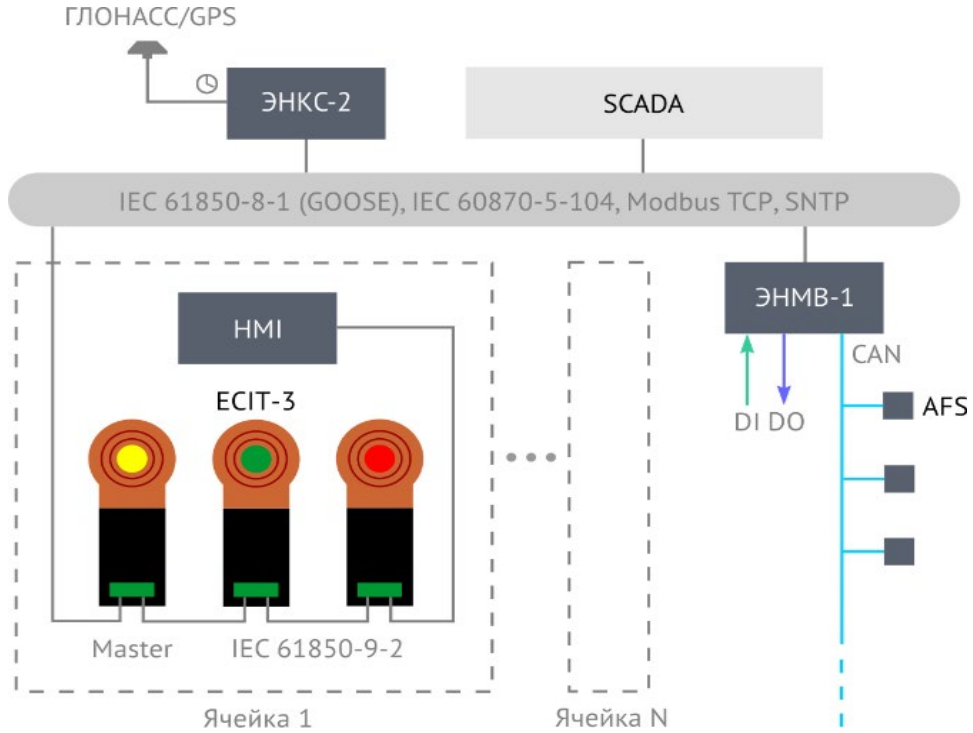




«ECIT master» выполняет фазные измерения тока, напряжения, мощности (P , Q), а также, получая данные от ECIT остальных фаз, обеспечивает трехфазный технический учет электроэнергии (Wh , $Varh$) и следующие виды релейной защиты присоединения:

MT3 – максимальная токовая защита (4 ст.)

MT3/U – MT3 с пуском по напряжению



НМТЗ – направленная МТЗ

ТЗНП – токовая защита нулевой последовательности

ЗМН – защита минимального напряжения

ЗПН – защита от повышения напряжения

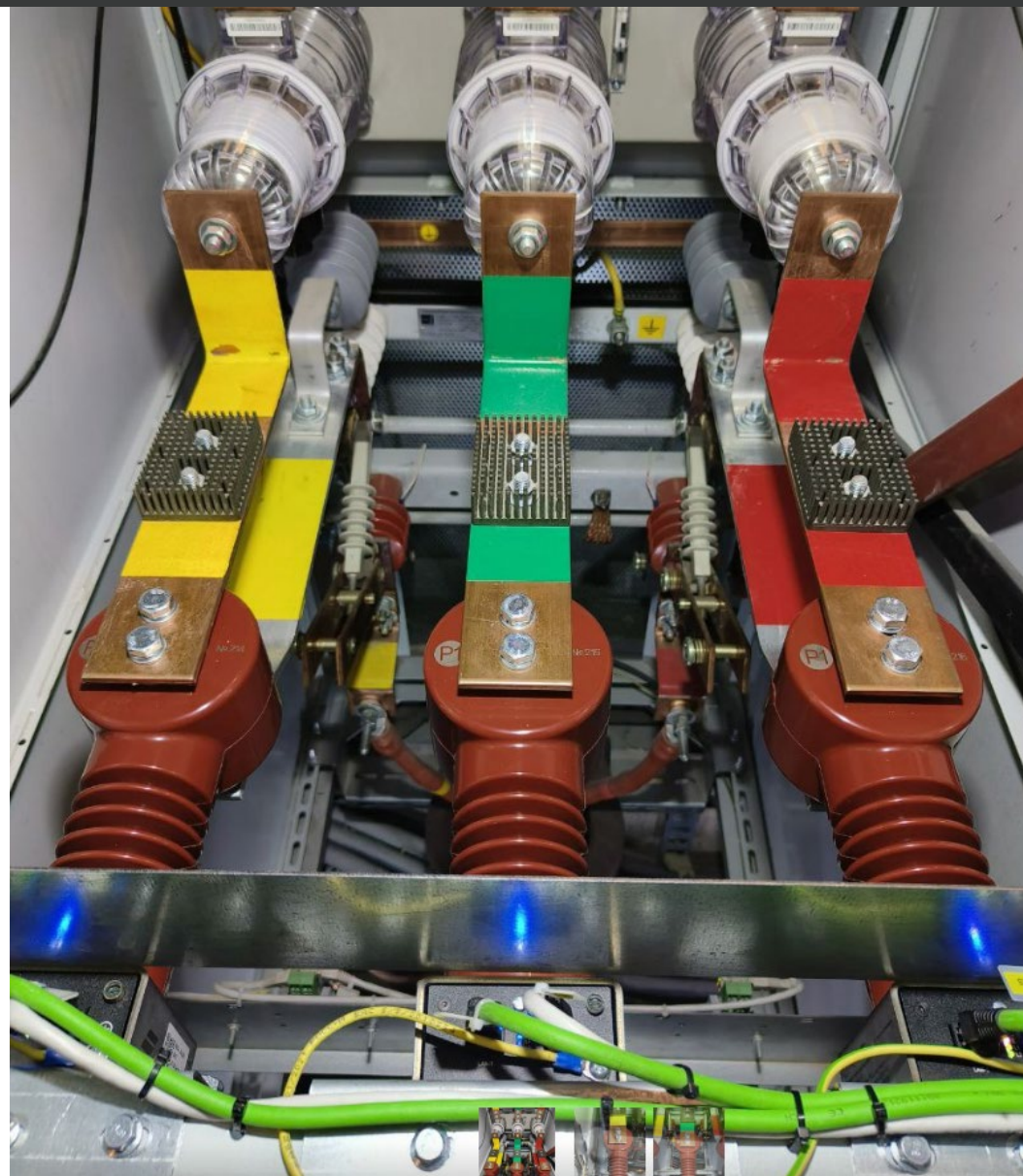
ЗДЗ – защита от дуговых замыканий (датчик дуги AFS)

ЛЗШ – логическая защита шин

УРОВ – резервирование отказа выключателя

Сравнение ячеек





I_n

50

75

100

150

200

250

300

400

500

600

750

800

1000

 U_n

3000 – устаревшее, но ещё встречается в промышленности (металлургия, шахты)

3300 – применялось в старых промышленных сетях и для мощных двигателей

3600 – редко, в некоторых зарубежных системах

6000 – промышленные сети, генераторы, двигатели

6300 – вариант 6 кВ, встречается в некоторых странах

6600 – зарубежные генераторы, двигатели

10 000 – основное распределительное напряжение в РФ и СНГ

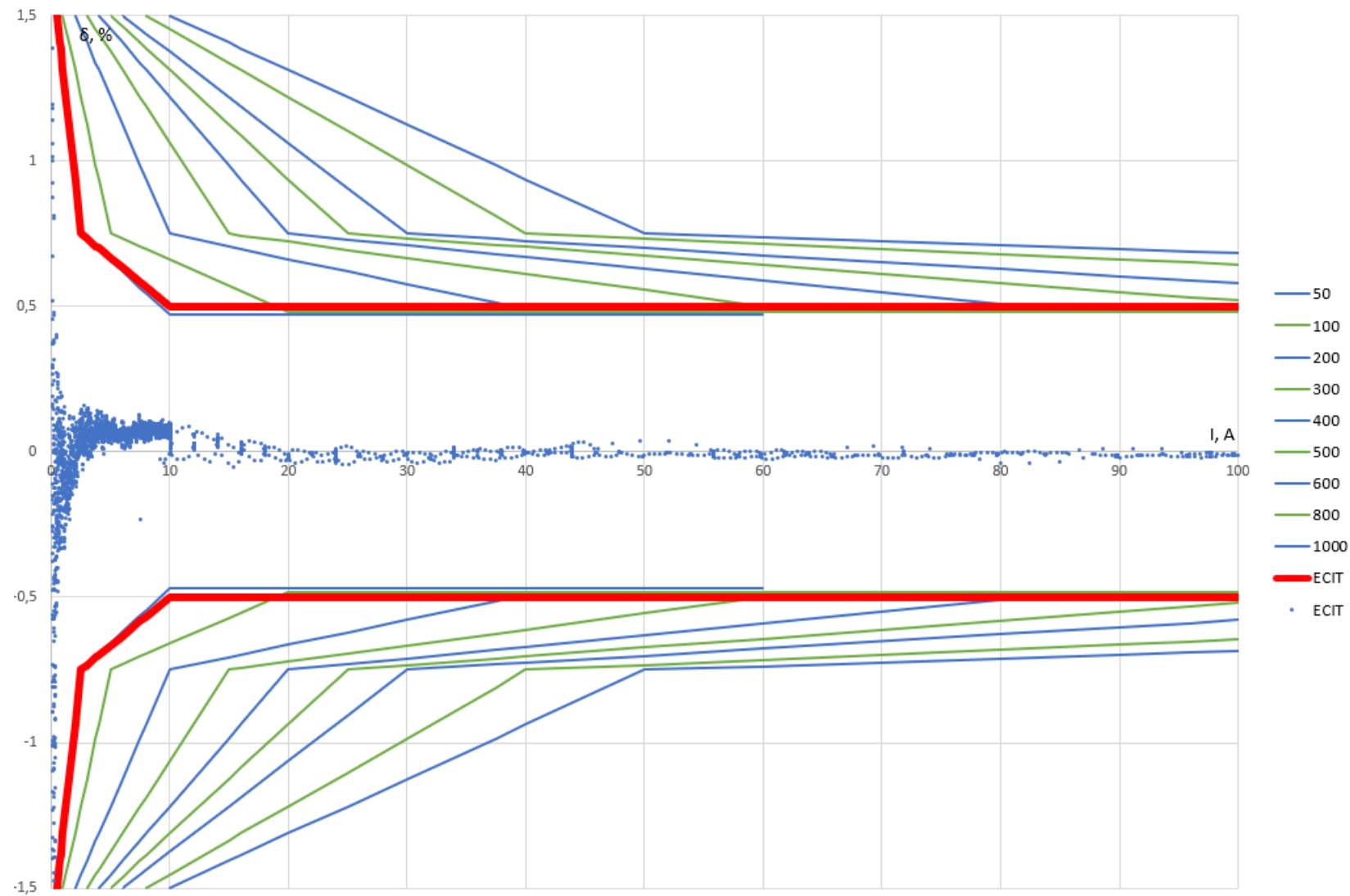
10 500 – иногда используется в генераторах и подстанциях

13 800 – распространено в США и некоторых промышленных сетях

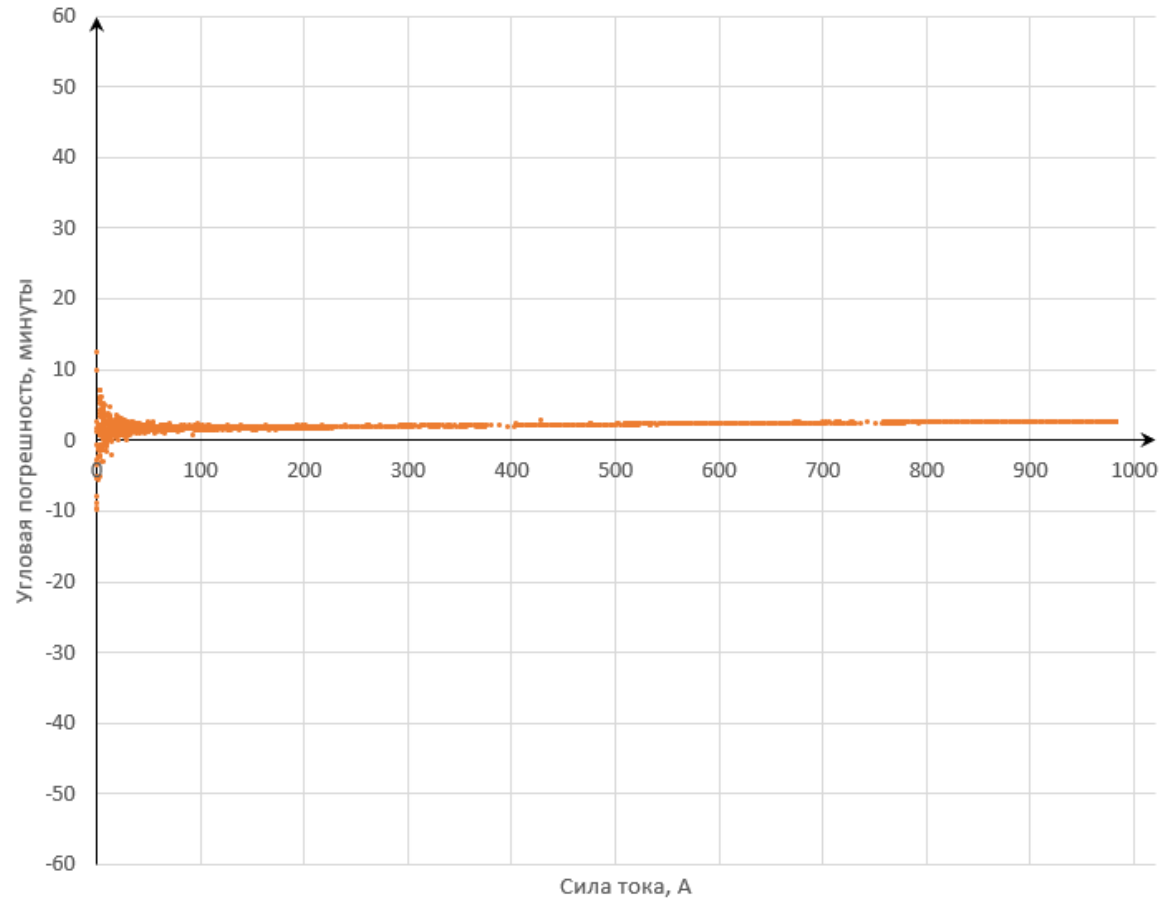
15 000 – встречается в Европе и США

20 000 – перспективное напряжение вместо 10 кВ (Европа, РФ)

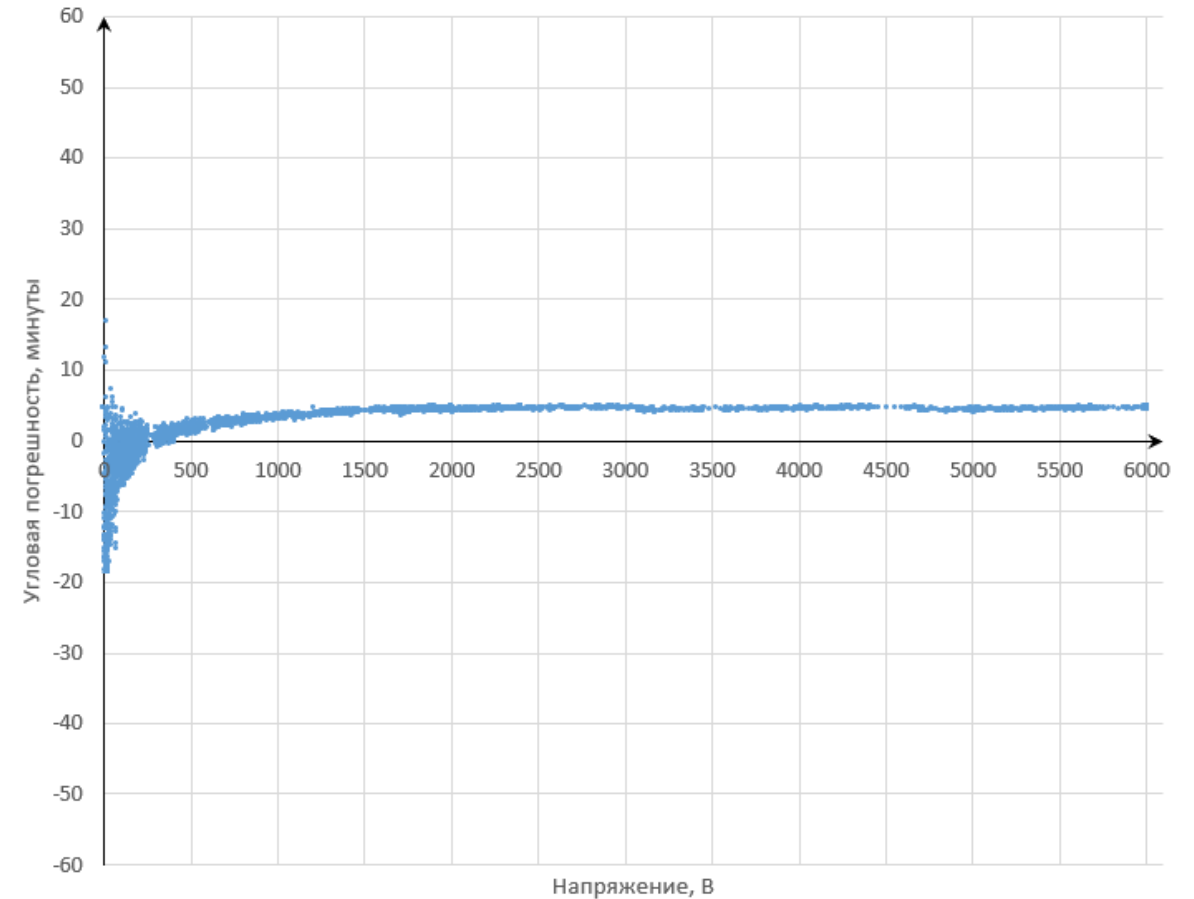
Диапазон измерений

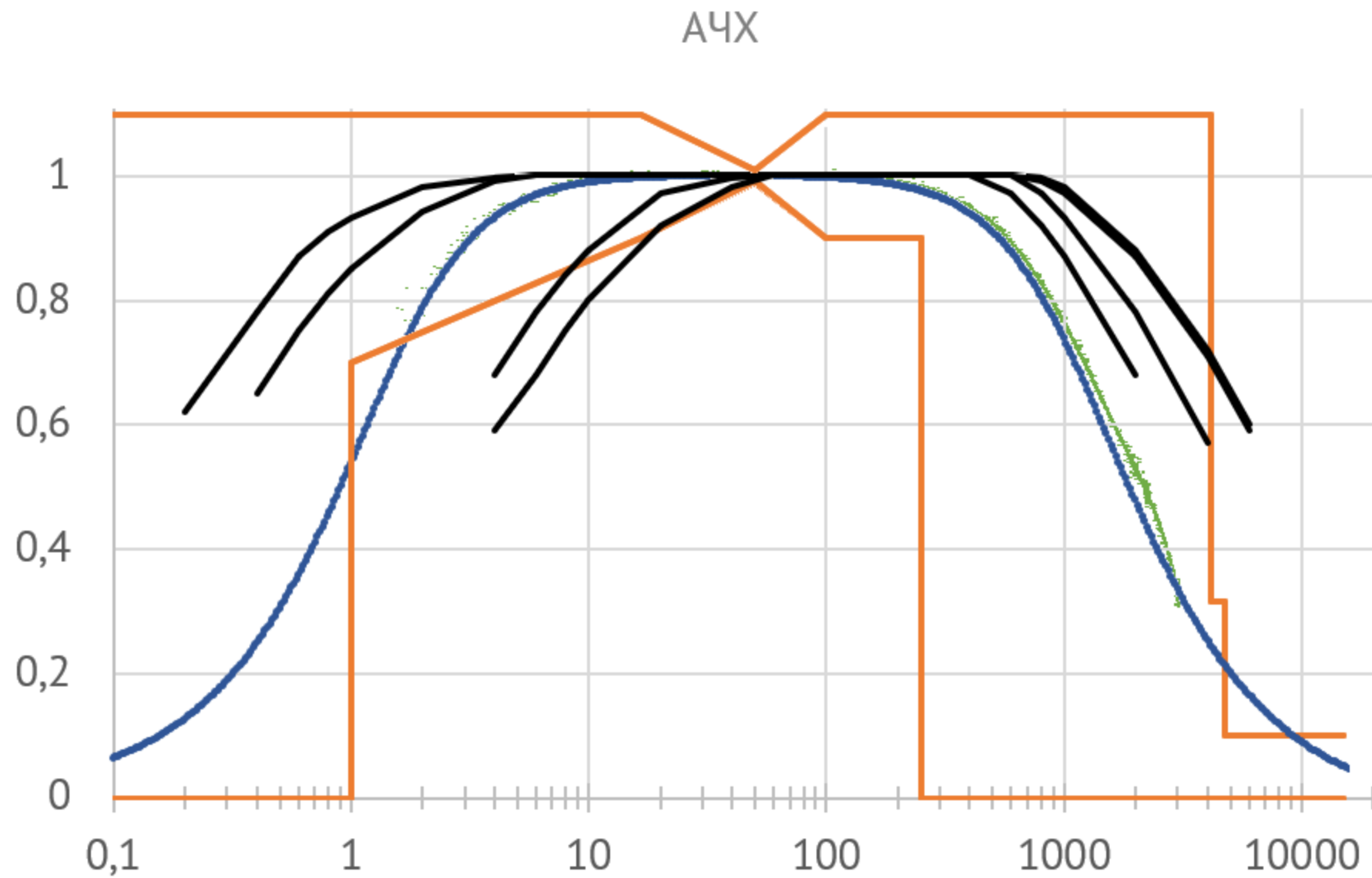


угловая погрешность **силы тока** (ЕСИТ) с компенсаций

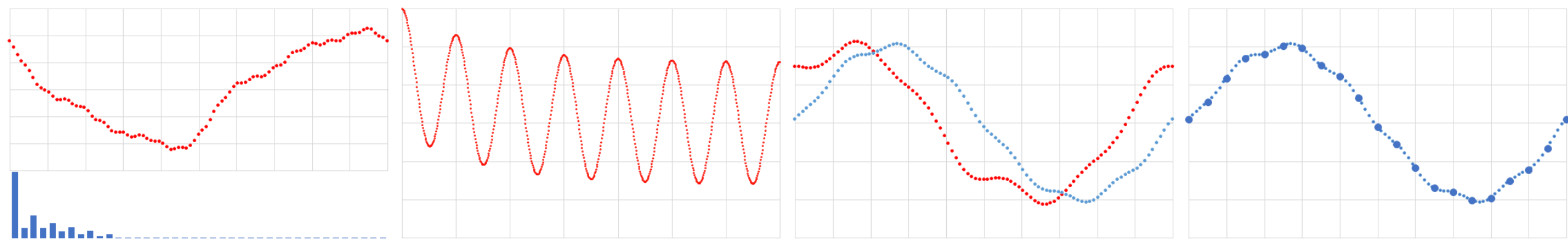
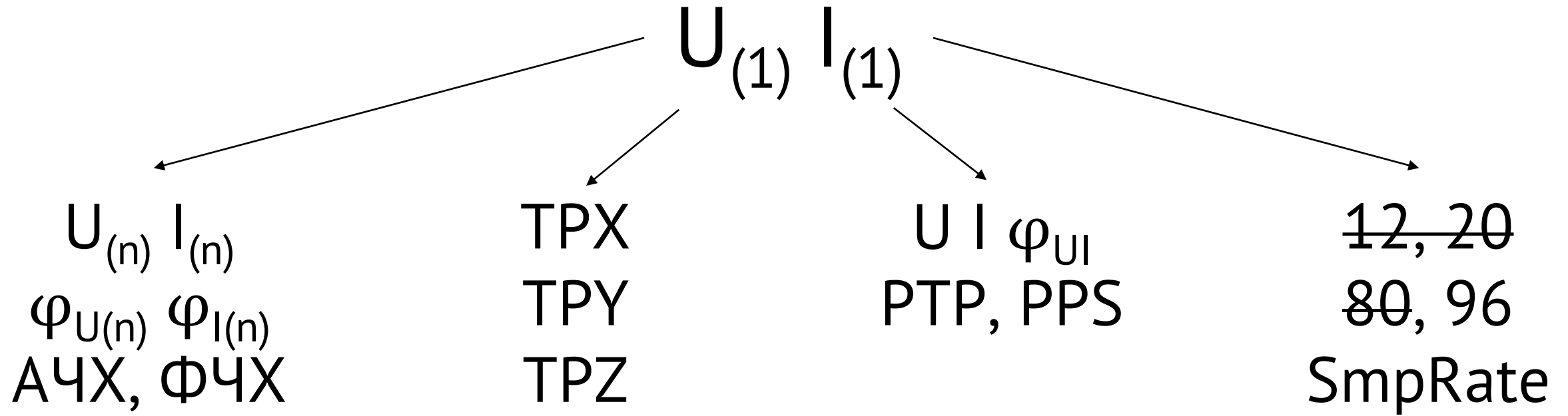


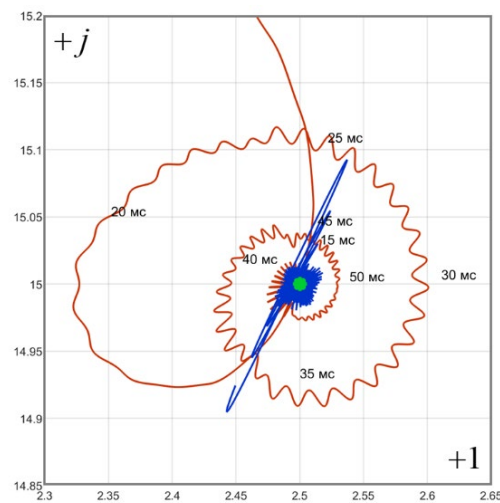
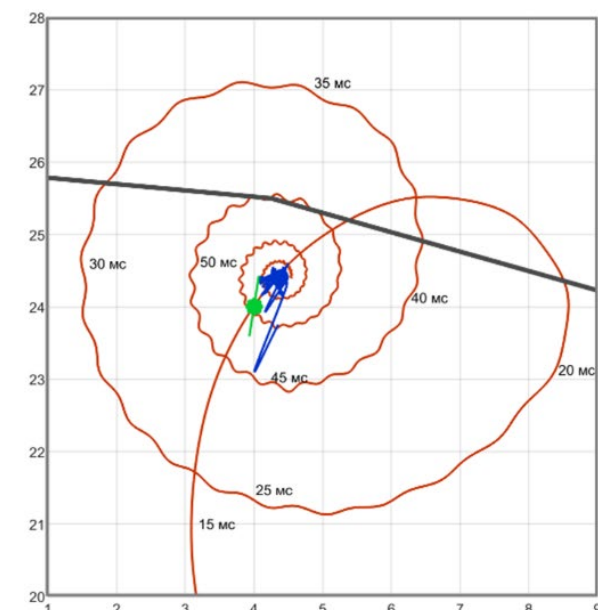
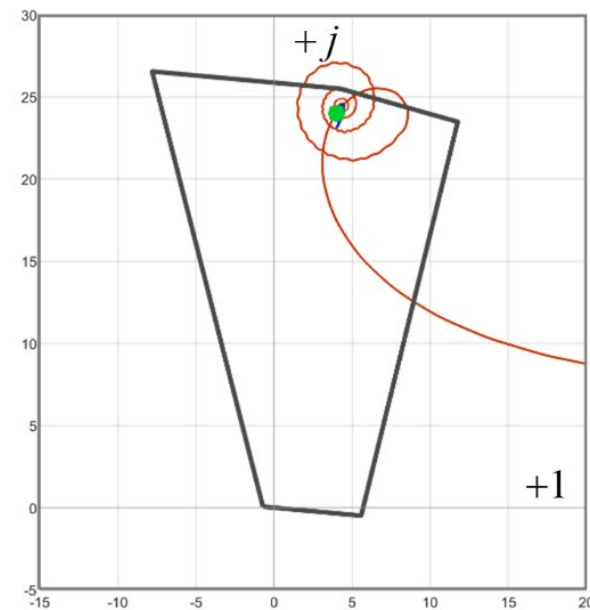
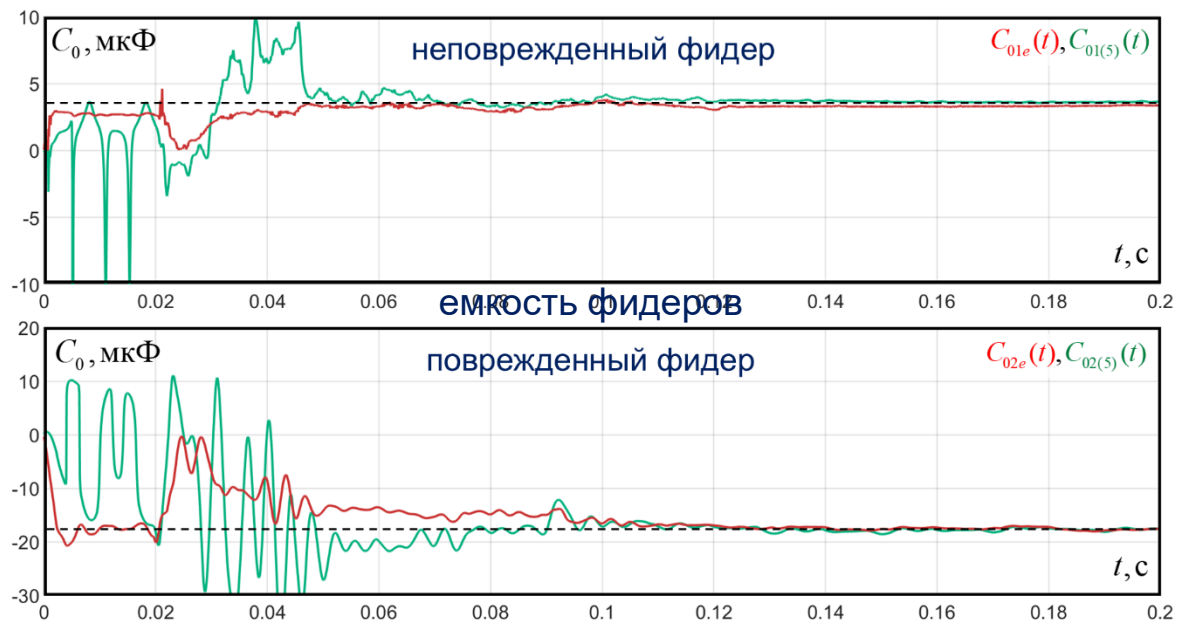
угловая погрешность **напряжения** (ЕСИТ) с компенсацией





Измеряемые параметры

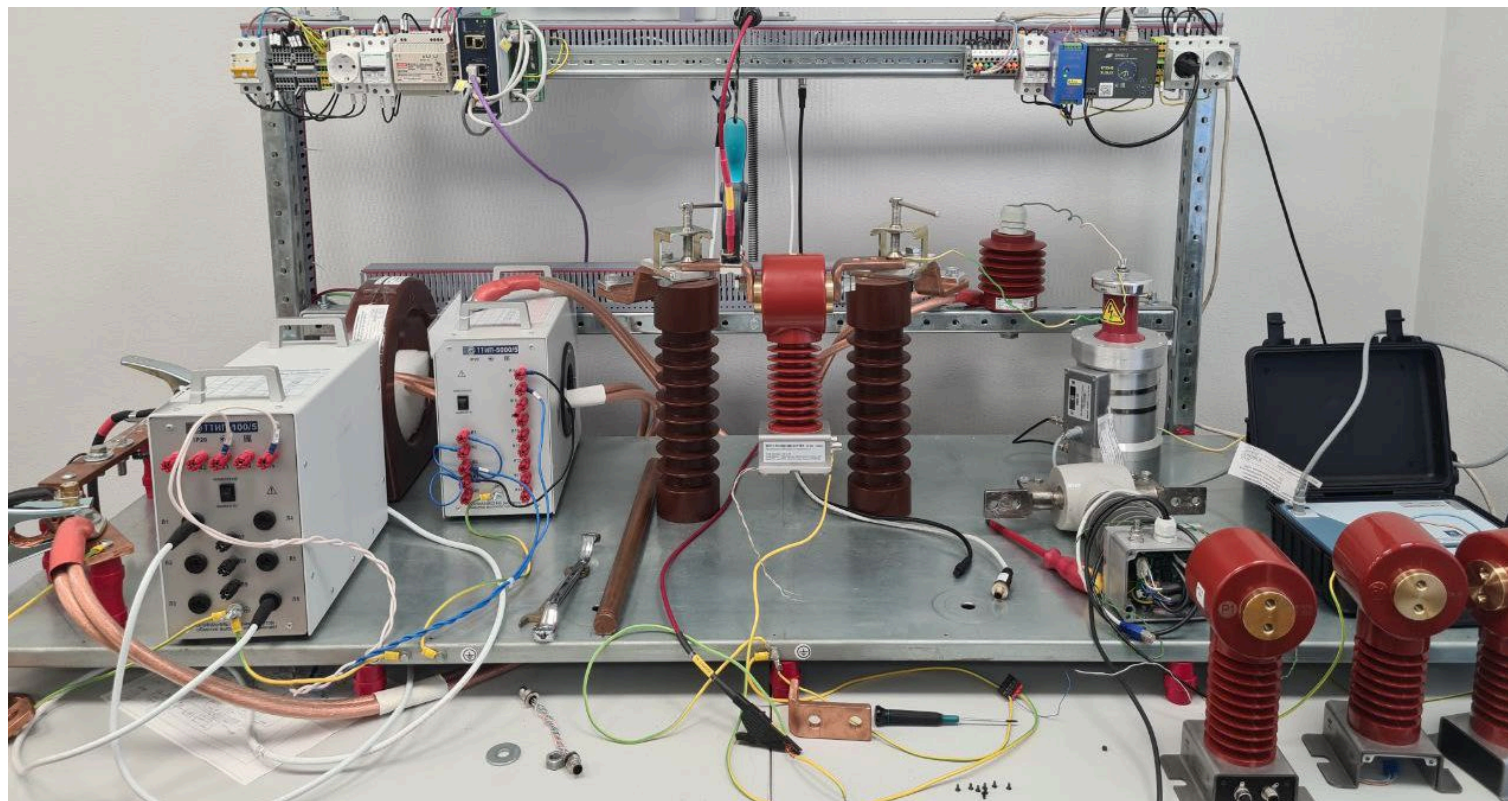




Применение синхровекторных измерений в составе цифровых измерительных трансформаторов и устройств РЗА **позволяет реализовать большинство известных алгоритмов релейной защиты** и автоматики для электроустановок 6–35 кВ, в том числе и в КРУЭ, **в полном соответствии с действующими требованиями** в электроэнергетике.

Функционал устройств РЗА мигрирует в измерительные трансформаторы, что сказывается на повышении надежности работы систем РЗА и энергосистем в целом. Поскольку **применение комбинированных измерительных трансформаторов с цифровым выходом, позволяет получить гораздо более качественные измерения** в различных режимах работы энергосистемы, и тем самым сделать более эффективной работу РЗА, в том числе применять РЗА на новых алгоритмах.

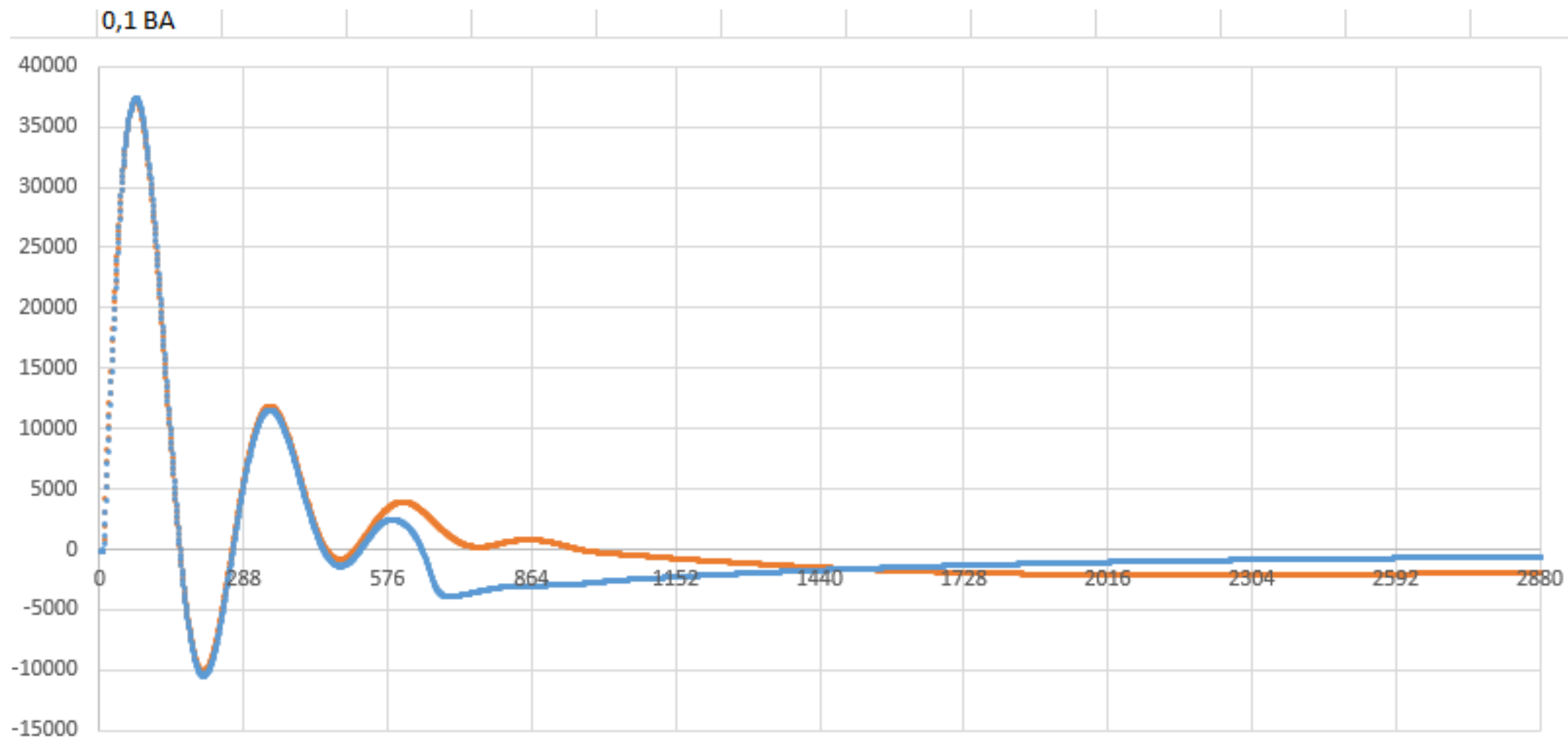
Использование в шине процесса вместо потока мгновенных значений (SV-поток) **потока синхровекторных измерений (SP-потока) позволяет** значительно **повысить пропускную способность** сети передачи данных и **снизить требования к вычислительной мощности** конечных устройств.



Плакидин Роман Сергеевич

ведущий инженер по метрологии

rplakidin@ens.ru



IEC	ГОСТ
IEC 61869-1:2007 Instrument transformers — general requirements	ГОСТ 7746-2015 Трансформаторы тока. Общие технические условия ГОСТ 1983-2015 трансформаторы напряжения. Общие технические условия ГОСТ IEC 61869-1-2015 Трансформаторы измерительные. Общие требования
IEC 61869-6:2016 Additional general requirements for low-power instrument transformers	ГОСТ Р МЭК 61869-6-2021 Дополнительные общие требования к маломощным измерительным трансформаторам
IEC 61869-1:2023 ED2.0 Instrument transformers – general requirements	?
IEC 61869-2:2012 Additional requirements for current transformers	ГОСТ 7746-2015 Трансформаторы тока. Общие технические условия ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015 Дополнительные требования к трансформаторам тока
IEC 61869-3:2011 Additional requirements for inductive voltage transformers	ГОСТ 1983-2015 трансформаторы напряжения. Общие технические условия ГОСТ IEC 61869-3-2012 Дополнительные требования к индуктивным трансформаторам напряжения
IEC 61869-4:2013 Additional requirements for combined transformers	ГОСТ Р МЭК 61869-4-2019 Дополнительные требования к комбинированным трансформаторам
IEC 61869-5:2011 Additional requirements for capacitor voltage transformers	ГОСТ 1983-2015 трансформаторы напряжения. Общие технические условия ГОСТ Р МЭК 61869-5-2019 Дополнительные требования к емкостным трансформаторам напряжения
IEC 60044-7:1999 Electronic voltage transformers	ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010 Электронные трансформаторы напряжения
IEC 60044-8:2002 Electronic current transformers	ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010 Электронные трансформаторы тока
IEC 61869-7:DRAFT Specific requirements for low power voltage transformers	-
IEC 61869-8:DRAFT Specific requirements for low power current transformers	-
IEC 61869-9:2016 Digital interface for instrument transformers	Проект (?)
IEC 61869-10:2017 Additional requirements for low-power passive current transformers	ГОСТ Р 59408-2021 Дополнительные требования к маломощным пассивным трансформаторам (преобразователям) тока
IEC 61869-11:2017 Additional requirements for low power passive voltage transformers	ГОСТ Р 59409-2021 Дополнительные требования к маломощным пассивным трансформаторам (преобразователям) напряжения
IEC 61869-13:2021 Stand-alone merging unit	Проект (?)

