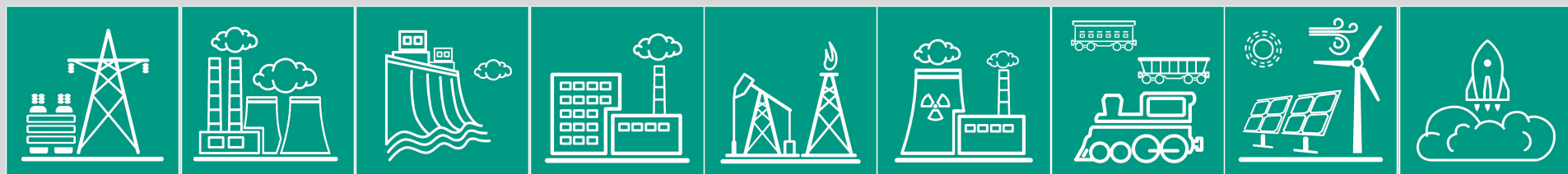


# ЭКРА



СОХРАНЯЯ ЭНЕРГИЮ



# Рекомендации по реализации различных наборов данных SV-потокос исходя из требований к устройствам РЗА

**Докладчик:** Тойдеряков Николай Александрович,  
инженер ООО НПП «ЭКРА» ([toyderyakov\\_na@ekra.ru](mailto:toyderyakov_na@ekra.ru), +7 (8352)  
220-110)

**Содокладчики:** к.т.н. Дони Н.А., Безденежных М.Н., Кошельков И.А.,  
Егоров Е.П.



## Определения

**IEC 61850** – стандарт «Сети и системы связи на подстанциях», описывающий форматы потоков данных, виды информации, правила описания элементов энергообъекта и свод правил для организации событийного протокола передачи данных.

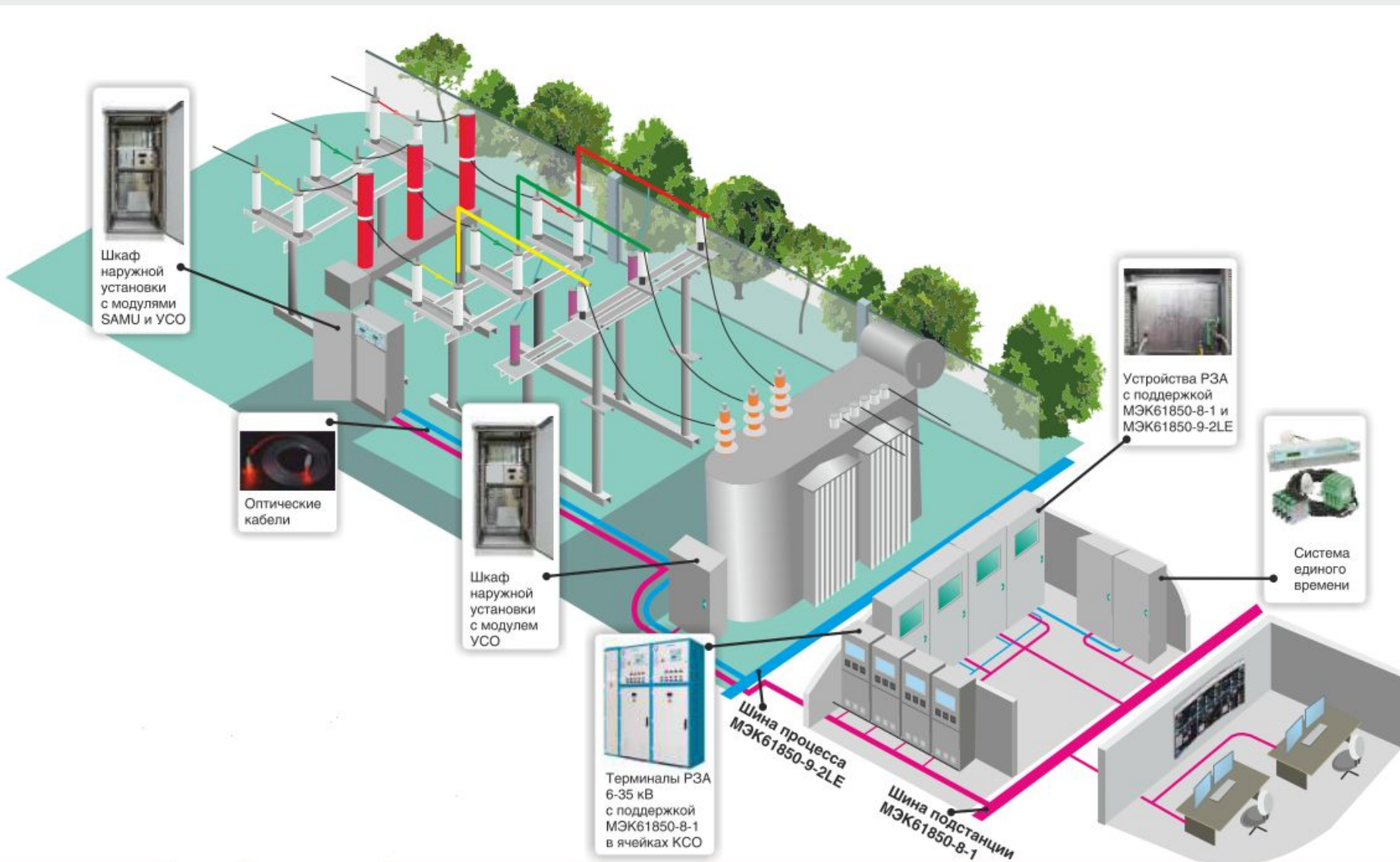
**IEC 61850 9-2** – описывает методы обмена информацией между цифровыми измерительными трансформаторами тока (ТТ) и напряжения (ТН), устройствами сопряжения с шиной процесса и интеллектуальными электронными устройствами (ИЭУ).

**IEC 61850 9-2LE** – описывает конкретные требования по частотам дискретизации и набору данных (4I+4U) Sampled values (SV).

**IEC 61869-9** – описывает требования к цифровому выходу электронных измерительных ТТ и ТН.



# Структурная схема ЦПС







# Подключение ТТ/ТН к шине процесса, 61850

Электромагнитные ТТ/ТН



Цифровые оптические ТТ/ТН



I, A      U, В



ПАС  
(АМУ)

SV

Шина процесса (SV)



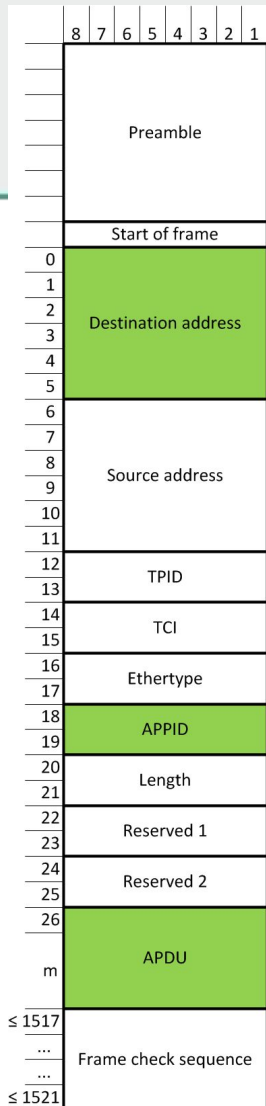


# Формат кадра (9-2LE) (Wireshark)

**SV**

```
01 0c cd 04 01 04 00 07 ed 12 8f f4 88 ba 40 04
00 6c 00 00 00 00 60 62 80 01 01 a2 5d 30 5b 80
0a 52 53 42 34 4d 55 30 31 30 31 82 02 07 e9 83
04 00 00 00 01 85 01 02 87 40 ff ff fb fa 00 00
00 00 00 00 06 8b 00 00 00 00 ff ff fc b6 00 00
00 00 ff ff ff 3c 00 00 20 00 00 00 00 00 00 00
00 01 00 00 00 00 00 00 00 01 00 00 00 00 00 00
00 01 00 00 00 00 00 00 00 01 eb 6d a0 72 88 fb
```

# Формат кадра Sampled values



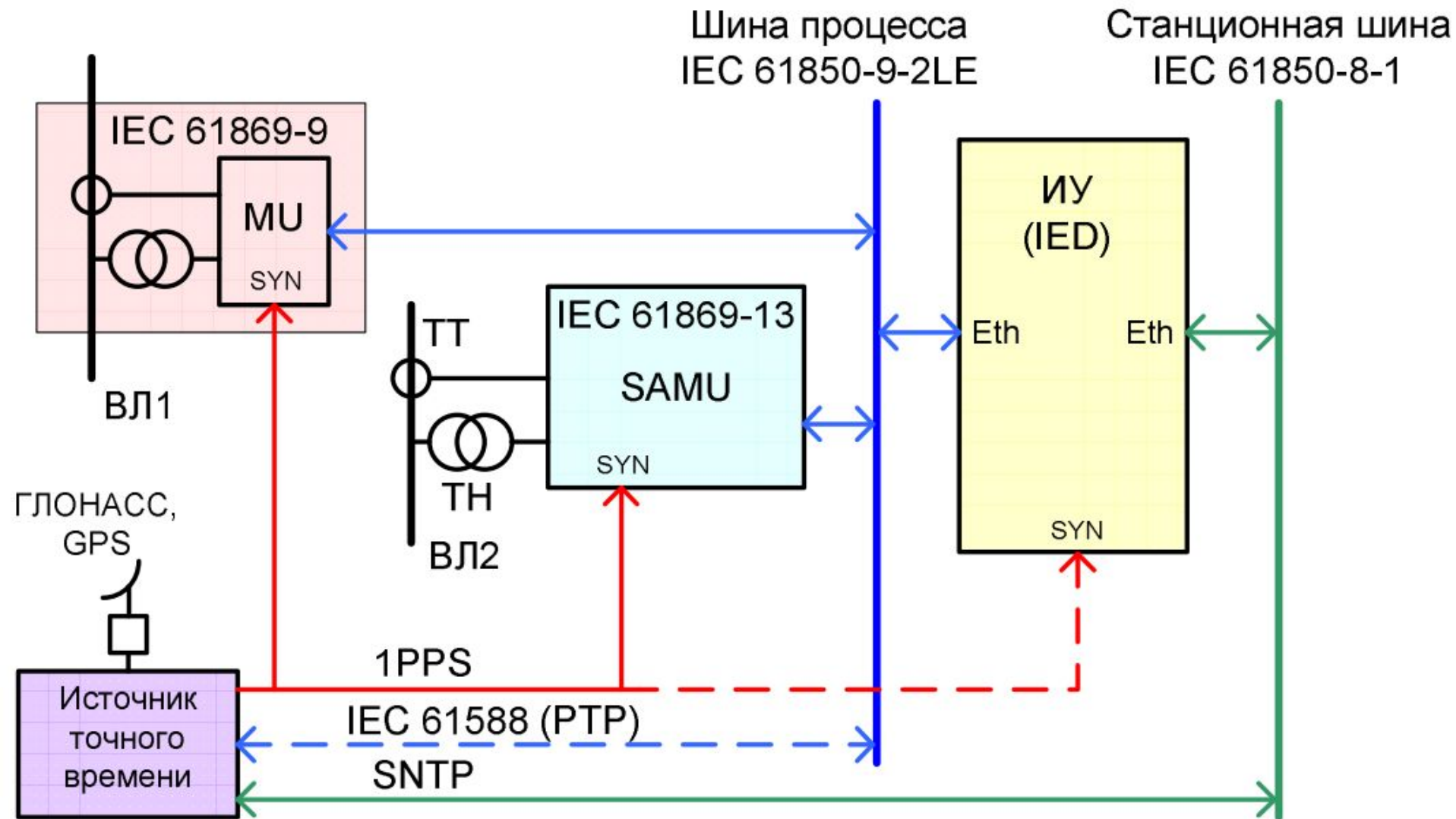
Название поля	Описание	Длина
<b>Preamble</b>	Поле используется для синхронизации приемника и передатчика	7 байт
<b>Start of frame</b>	Поле используется для обозначения начала кадра	1 байт
<b>Destination address</b>	MAC-адрес приемника (Media Access Control – управление доступом к среде), для SV-потока используется адрес многоадресной рассылки в диапазоне от 01-0C-CD-04-00-00 до 01-0C-CD-04-01-FF	6 байт
<b>Source address</b>	MAC-адрес источника, уникальный адрес передающего устройства	6 байт
<b>TPID</b>	Tag Protocol Identifier – тег идентификатора протокола, указывает, какой тип протокола используется. Для протоколов стандарта МЭК 61850 регламентировано использовать значение 0x8100	2 байта
<b>TCI</b>	Telecontrol Interface – интерфейс телеуправления, используется для задания приоритета передаваемого трафика, формата MAC-адреса и определяет какой виртуальной сети (VLAN) принадлежит кадр (VID)	2 байта
<b>HSR (optional field)</b>	High-availability Seamless Protocol – протокол бесшовного резервирования, указывает какой тип резервирования используется. При наличии данного поля поле PRP не используется	6 байт
<b>Ethertype</b>	Поле используется для определения передаваемого типа сообщения. Для SV-потока применяется 0x88ba	2 байта
<b>APPID</b>	Application Identifier – идентификатор приложения, используется для разделения сообщений. Для SV-потока выбирается из диапазона 0x4000 – 0x7FFF	2 байта
<b>Length</b>	Поле используется для отображения суммарной длины полей равная 8+m, где m – длина APDU (m<1493)	2 байта
<b>Reserved 1</b>	Поле зарезервировано под защиту кадра	2 байта
<b>Reserved 2</b>	Поле зарезервировано под защиту кадра	2 байта
<b>APDU</b>	Application protocol data unit – блок данных протокола уровня приложения, используется для передачи необходимых данных. В SV-потоке передаются мгновенные значения первичных токов и напряжений	m байт
<b>Pad bytes (optional field)</b>	Оptionальное поле для промежуточных байтов	0 байт
<b>PRP (optional field)</b>	Parallel Redundancy Protocol – протокол параллельного резервирования, указывает какой тип резервирования используется. При наличии данного поля поле HSR не используется	6 байт
<b>Frame Check</b>	Поле, содержащее контрольное значение, вычисляемое по алгоритму CRC-32	4 байта





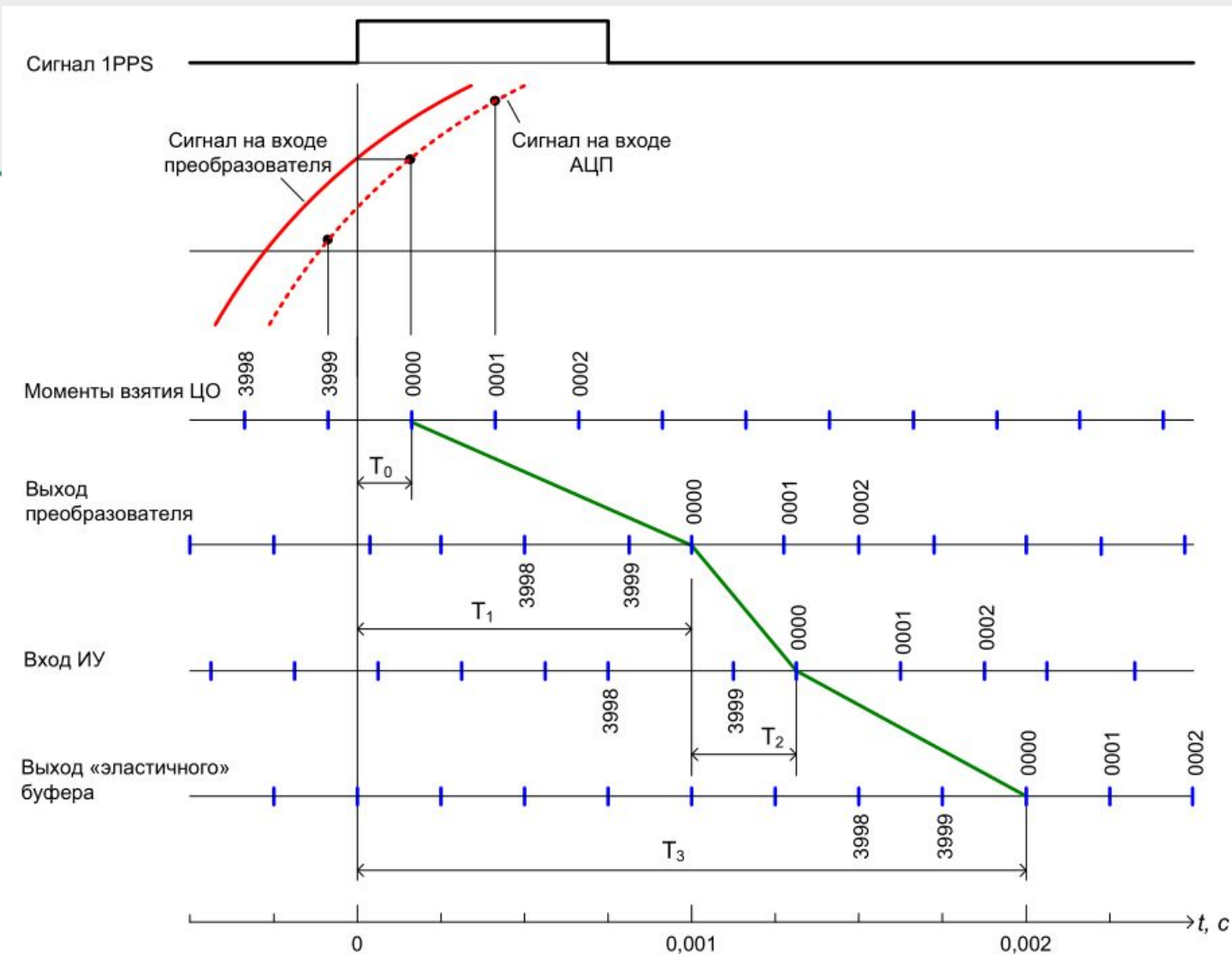


# Синхронизация времени



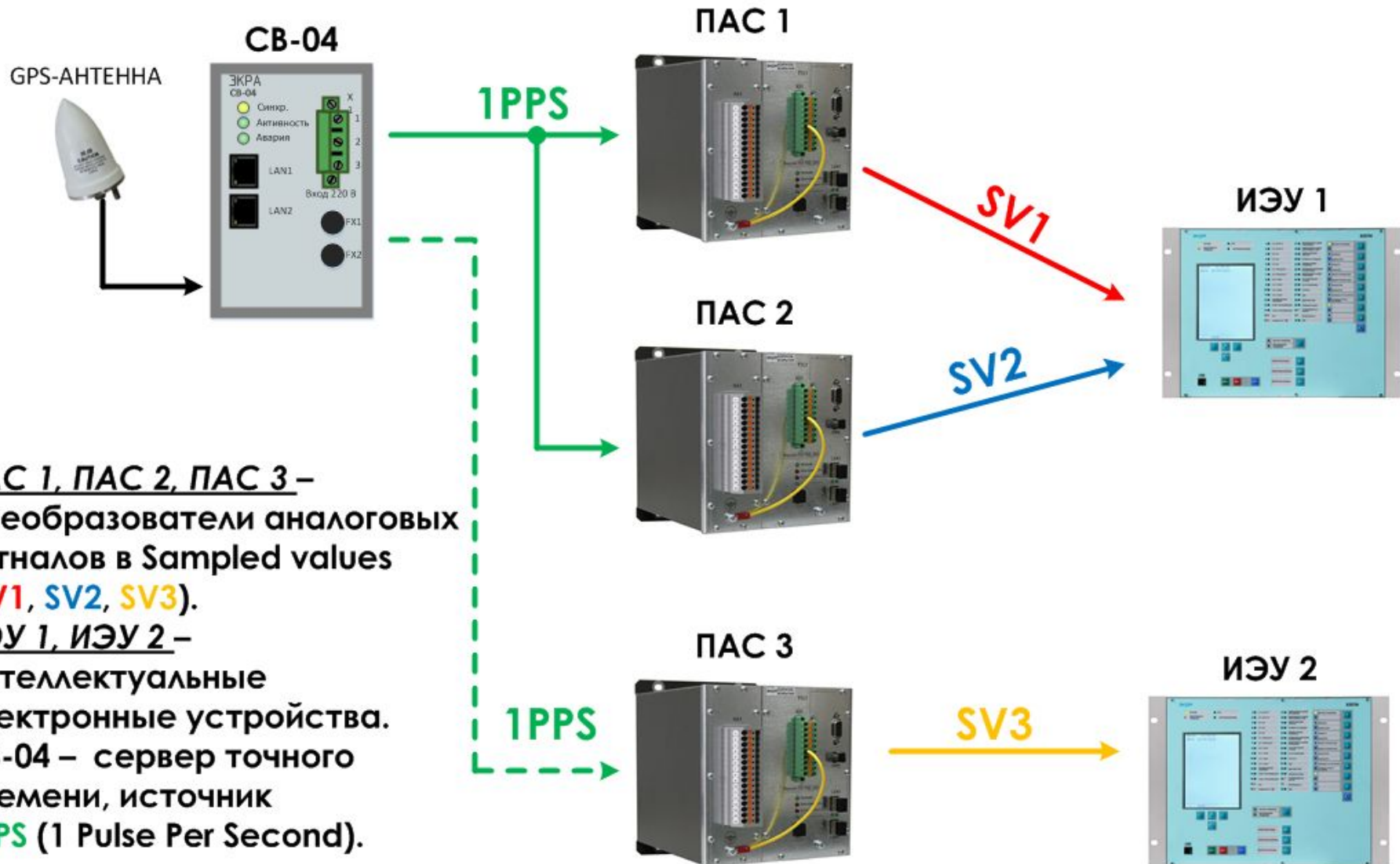


# Синхронизация времени





# Синхронизация времени



ПАС 1, ПАС 2, ПАС 3 –  
Преобразователи аналоговых  
сигналов в Sampled values  
(**SV1, SV2, SV3**).

ИЭУ 1, ИЭУ 2 –  
Интеллектуальные  
электронные устройства.  
СВ-04 – сервер точного  
времени, источник  
**1PPS** (1 Pulse Per Second).



# Ethernet 100Mb/s



**Длина SV потока зависит от длины идентификатора svID (до 35 символов). В Ethernet 100Mb/s это от 15 до 19 SV (9-2LE) потоков.**





# Нагрузка на сеть

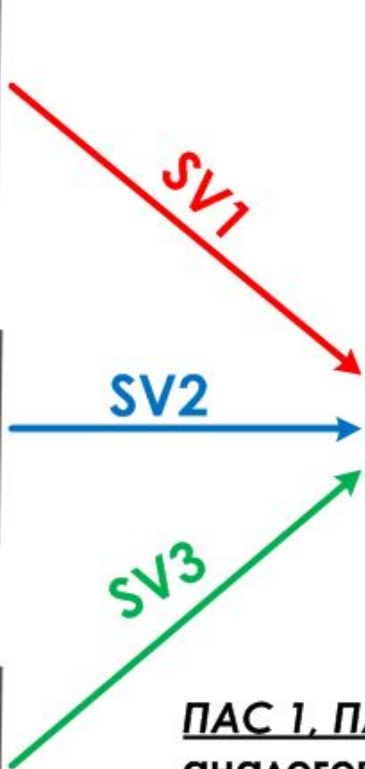
ПАС 1



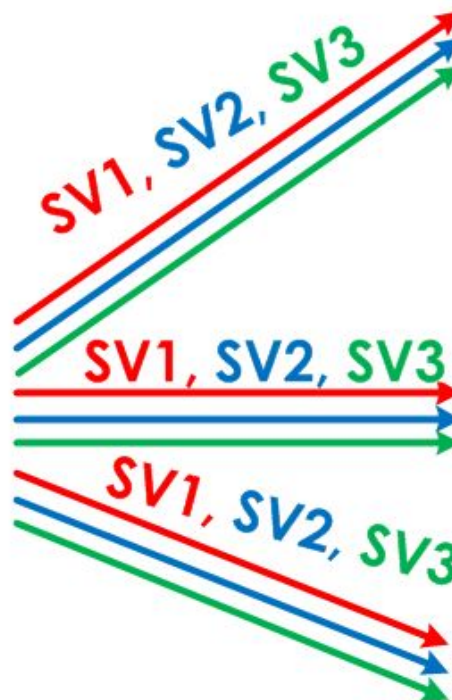
ПАС 2



ПАС 3



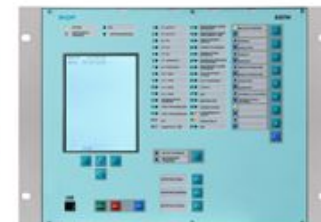
Коммутатор



ИЭУ 1



ИЭУ 2



ИЭУ 3



ПАС 1, ПАС 2, ПАС 3 – Преобразователи аналоговых сигналов в Sampled values (**SV1, SV2, SV3**).

ИЭУ 1, ИЭУ 2, ИЭУ 3 – Интеллектуальные электронные устройства.



# VLAN

ПАС 1



ПАС 2



ПАС 3



Коммутатор



ИЭУ 1



ИЭУ 2



ИЭУ 3



ПАС 1, ПАС 2, ПАС 3 – Преобразователи аналоговых сигналов в Sampled values (**SV1, SV2, SV3**).

ИЭУ 1, ИЭУ 2, ИЭУ 3 – Интеллектуальные электронные устройства.

# Набор передаваемых величин

<b>Ia</b>	<b>+</b>
<b>Ib</b>	<b>+</b>
<b>Ic</b>	<b>+</b>
<b>In</b>	<b>+</b>
<b>Ua</b>	<b>+</b>
<b>Ub</b>	<b>+</b>
<b>Uc</b>	<b>+</b>
<b>Un</b>	<b>+</b>

<b>Ia</b>	<b>+</b>
<b>Ib</b>	<b>+</b>
<b>Ic</b>	<b>+</b>
<b>In</b>	<b>+</b>
<b>Ua</b>	<b>-</b>
<b>Ub</b>	<b>-</b>
<b>Uc</b>	<b>-</b>
<b>Un</b>	<b>-</b>

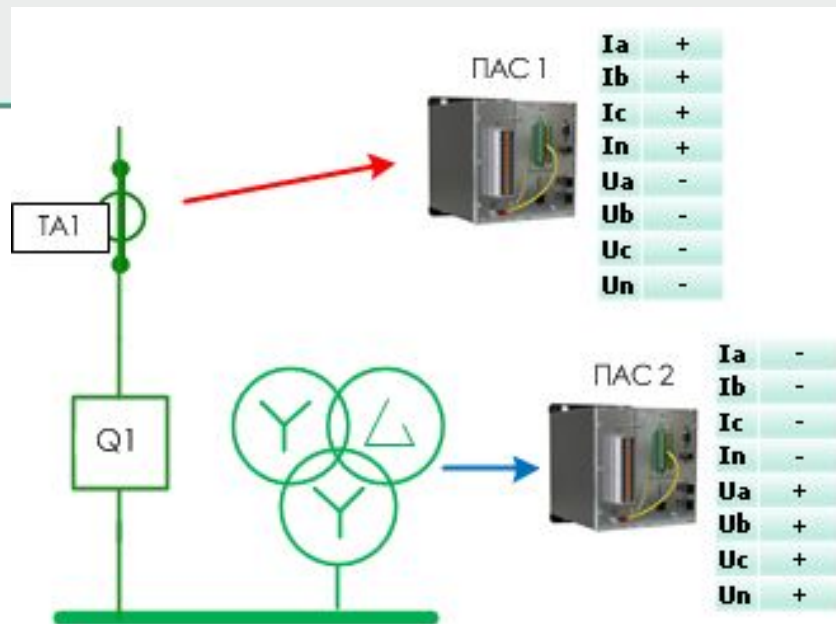
<b>Ia</b>	<b>-</b>
<b>Ib</b>	<b>-</b>
<b>Ic</b>	<b>-</b>
<b>In</b>	<b>-</b>
<b>Ua</b>	<b>+</b>
<b>Ub</b>	<b>+</b>
<b>Uc</b>	<b>+</b>
<b>Un</b>	<b>+</b>

В соответствии с 9-2 LE блок ASDU должен содержать в себе значения 4 токов и 4 напряжений, что не всегда просто соответствует задаче использования потоков устройствами РЗА.

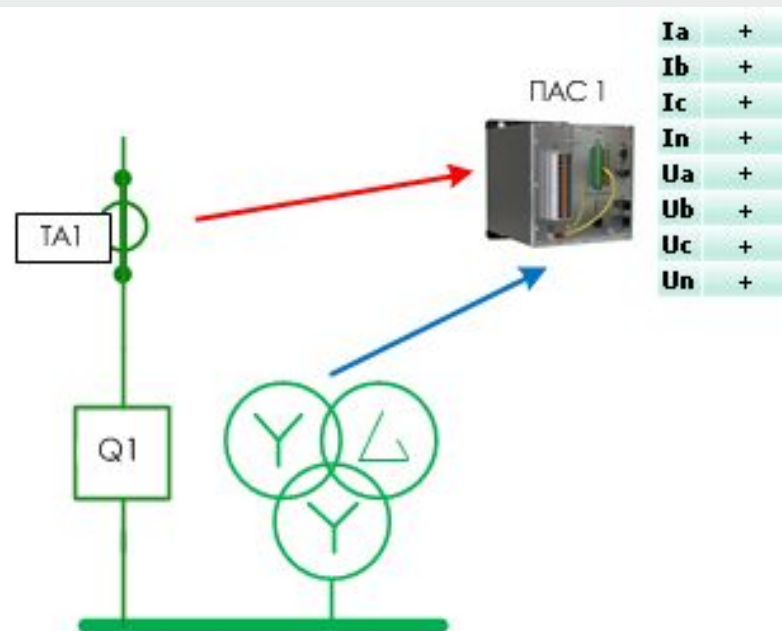


# Однолинейные схемы с реализацией на ЦПС

## Дистанционная защита



+ Установка в непосредственной близости от ПТ/ТН позволяет уменьшить нагрузку на измерительный трансформатор.



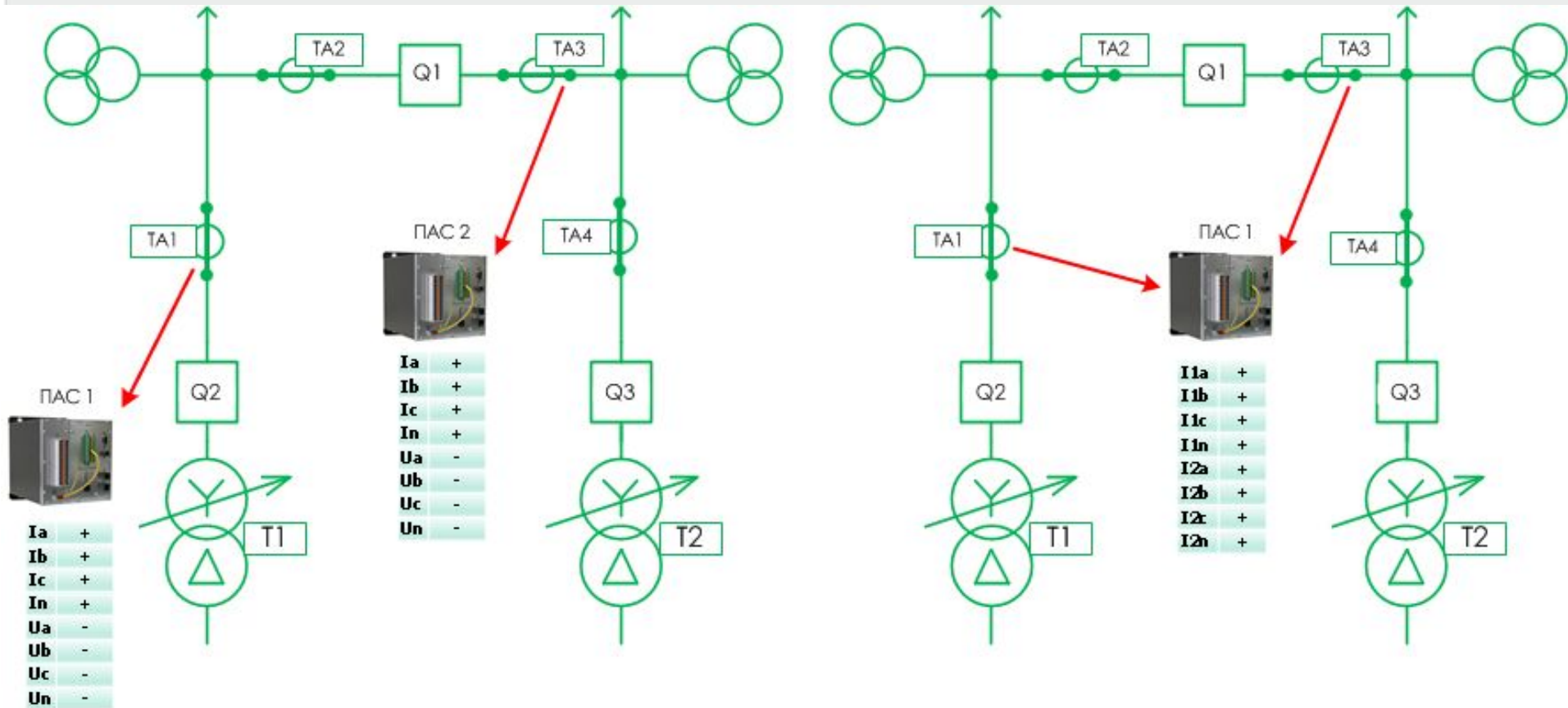
+ Меньшее количество SV-потоков, позволяет снизить нагрузку на коммуникационное оборудование.  
+ Допускается работа защит без синхронизации.





# Однолинейные схемы с реализацией на ЦПС

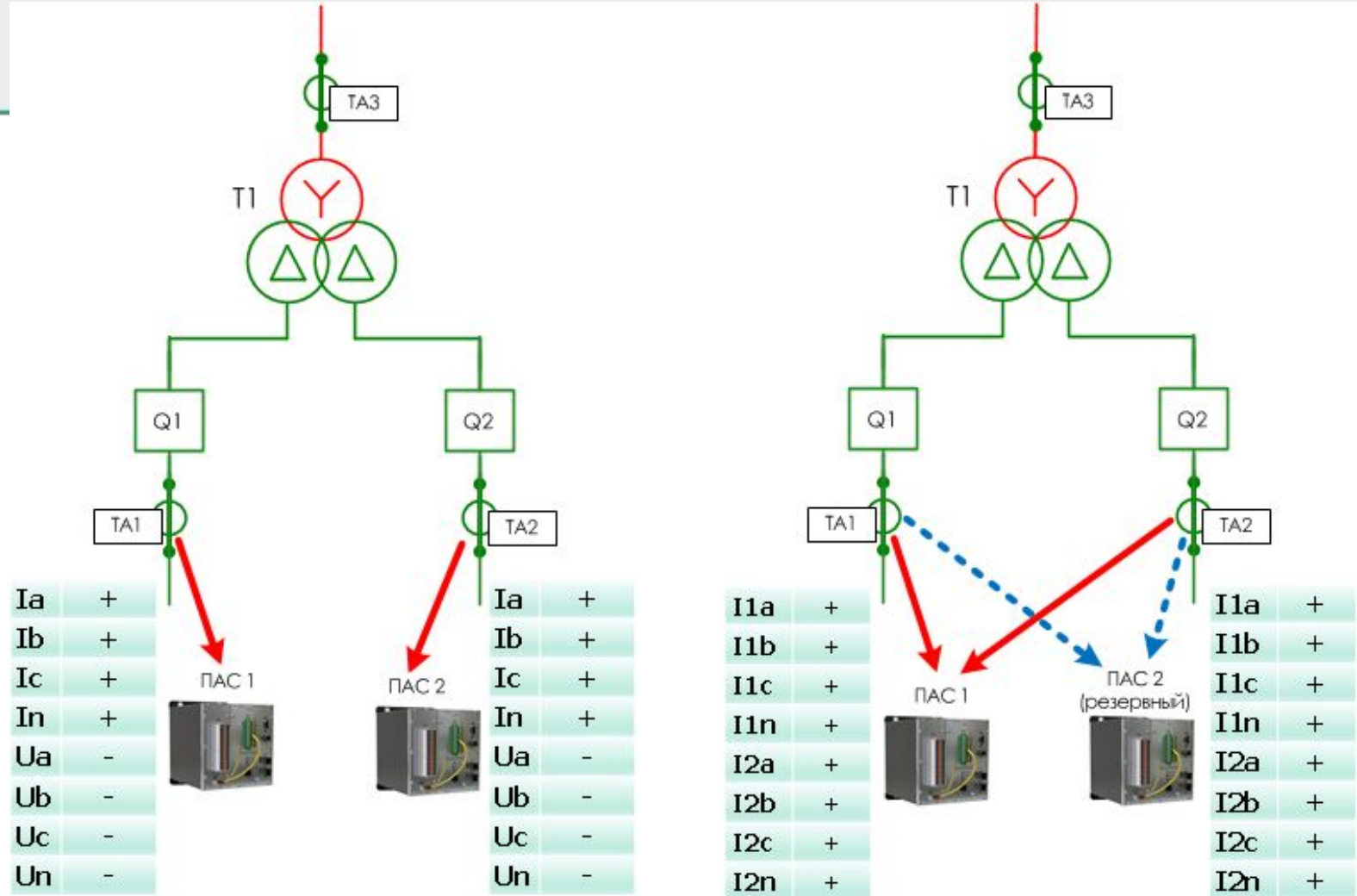
## Защита линии





# Однолинейные схемы с реализацией на ЦПС

## Защита трансформатора





# IEC 61869-9:2016

## Table 902 – Standard sample rates

Digital output sample rates, Hz	Number of ASDU per frame	Digital output publishing rate, frames/s	Remarks
4000	1	4000	For use on 50 Hz systems backward compatible with 9-2LE guideline
4800	2	2400	Preferred rate for general measuring and protective applications, regardless of the power system frequency.
12800	8	1600	Deprecated, only for use on 50 Hz systems.
14400	6	2400	Preferred rate for quality metering applications, regardless of the power system frequency including instrument transformers for time critical low bandwidth d.c. control applications.

Instrument transformers/SAMU claiming compliance to this standard shall be configurable to implement one of the preferred rates defined in Table 902 and at least one of the following backward compatible configurations:

- F4000S1I4U4
- F4800S1I4U4
- F5760S1I4U4



# Предлагаемые расчетные варианты с 1 или 2 ASDU

Расчет для SV80-потока с набором данных 4I и 4U	1 ASDU			2 ASDU		
	4	10	16	4	10	16
Длина svID	4	10	16	4	10	16
Размер Ethernet-кадра (байт)	138	144	150	227	239	251
Размер SV-потока за 1 секунду (Мбит/с)	4,211	4,395	4,578	3,464	3,647	3,830
Максимальное количество SV-потоков в цифровом канале	21	20	20	26	25	23

Расчет для SV80-потока с 2 ASDU и с различными наборами данных	8 величин			4 величины		
	4	10	16	4	10	16
Длина svID	4	10	16	4	10	16
Размер Ethernet-кадра (байт)	227	239	251	161	173	187
Размер SV-потока за 1 секунду (Мбит/с)	3,464	3,647	3,830	2,457	2,640	2,853
Максимальное количество SV-потоков в цифровом канале	26	25	23	37	34	32

Расчет для SV96-потока с 2 ASDU и с различными наборами данных	8 величин			4 величины		
	4	10	16	4	10	16
Длина svID	4	10	16	4	10	16
Размер Ethernet-кадра (байт)	227	239	251	161	173	187
Размер SV-потока за 1 секунду (Мбит/с)	4,156	4,376	4,596	2,948	3,168	3,424
Максимальное количество SV-потоков в цифровом канале	22	21	20	31	28	26





# Выводы

- 1) Успешная реализация IEC 61850-9-2 LE в реальных проектах электроэнергетики позволила выявить ряд особенностей. В настоящее время функционирует несколько подстанций с IEC 61850-9-2 LE, а значит требуется его гарантийная и техническая поддержка. Дальнейшая разработка устройств с учётом национального стандарта и поддержкой протоколов IEC 61850 должна выполняться с обратной совместимостью с IEC 61850-9-2 LE.
- 2) Одним из ограничений 9-2 LE является набор передаваемых величин  $4I+4U$ , что не всегда соответствует требованиям устройств РЗА. Предлагается применять различные наборы по токам и напряжениям в пределах 8 или меньшего количества передаваемых величин, что позволит упростить обратную совместимость.
- 3) Ожидаемое поведение устройства РЗА при потере синхронизации потока должно определяться управляющей стратегией для каждого конкретного проекта, с учетом наборов передаваемых электрических величин.
- 4) Использование 2 блоков **ASDU** в Ethernet-кадре SV80-потока позволит уменьшить загрузку цифрового канала связи. В настоящее время в IEC 61869-9 не рассматривается такая возможность.
- 5) Существующие алгоритмы измерительных органов устройств РЗА, работающих с поддержкой протокола IEC 61850-9-2 LE рассчитаны на SV80-поток. Переход на SV96-потоки согласно IEC 61869-9 потребует изменения в применяемых алгоритмах.



**Благодарю за внимание!**



# Рекомендации по реализации различных наборов данных SV-потокос исходя из требований к устройствам РЗА

**Докладчик:** Тойдеряков Николай Александрович,  
инженер ООО НПП «ЭКРА» ([toyderyakov\\_na@ekra.ru](mailto:toyderyakov_na@ekra.ru), +7 (8352)  
220-110)

**Содокладчики:** к.т.н. Дони Н.А., Безденежных М.Н., Кошельков И.А.,  
Егоров Е.П.

# ЭКРА



СОХРАНЯЯ ЭНЕРГИЮ