ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р МЭК 61869-9— 2025

ТРАНСФОРМАТОРЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ

Часть 9

Цифровой интерфейс для измерительных трансформаторов (преобразователей)

(IEC 61869-9:2016, IDT)

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГУП «ВНИИМС»), Обществом с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие Марс-Энерго» (ООО «НПП Марс-Энерго) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 445 «Метрология учета энергоресурсов»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 августа 2025 г. № 933-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 61869-9:2016 «Трансформаторы измерительные. Часть 9. Цифровой интерфейс для измерительных трансформаторов (преобразователей)» (IEC 61869-9:2016 «Instrument transformers — Part 9: Digital interface for instrument transformers», IDT).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА.

Сноски в тексте стандарта, выделенные курсивом, приведены для пояснения текста стандарта

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
3.5 Термины и определения, связанные с другими характеристиками 2
3.7 Список сокращений и обозначений 2
4 Нормальные и особые условия эксплуатации 3
5 Нормируемые параметры 3
5.6 Номинальный класс точности 3
5.901 Эксплуатационные требования 4
6 Требования к конструкции 5
6.901 Технические ограничения 5
6.901.1 Интерфейс 5
6.901.2 Интерфейс цифрового выхода 5
6.901.3 Автоматическая рабочая индикация 6
6.902 Электрические требования 6
6.902.1 Требования к частотной характеристике 6
6.902.2 Требование к максимальному времени задержки цифровой обработки данных 6
6.903 Спецификации коммуникационного профиля 9
6.903.1 Общие положения 9
6.903.2 Варианты кодов 9
6.903.3 Номинальные значения частоты дискретизации цифрового выхода 9
6.903.4 Логические устройства 10
6.903.5 Логические узлы LPHD 11
6.903.6 Логические узлы LLN0 11
6.903.7 Логические узлы TCTR 11
6.903.8 Логические узлы TVTR 13
6.903.9 Атрибут качества 14
6.903.10 Набор(ы) данных 15
6.903.11 Блок(и) управления многоадресной передачи данных 15
6.903.12 Конфигурация устройства сопряжения 16
6.903.13 Нормированные классы соответствия 17
6.904 Синхронизация 23
6.904.1 Общие положения 23
6.904.2 Протокол синхронизации точного времени 23
6.904.3 1PPS синхронизация 23
6.904.4 Атрибуты сообщения выборок SmpSynch 24
6.904.5 Режим удержания (синхронизации) 25
6.904.6 Несинхронизированный режим 25
6.904.7 Настройки времени 25
7 Испытания 26
7.2 Типовые испытания 26
7.2.6 Испытание на точность 26
7.2.901 Испытание на соответствие цифрового выхода 27
7.2.902 Испытание на максимальное время задержки цифровой обработки данных 27
7.2.903 Испытания на потерю синхронизации 28
7.2.904 Испытание 1PPS 28
Приложение 9A (справочное) Динамический диапазон 29
Приложение 9B (справочное) Пример синхронизации времени и управления 34
Приложение 9C (справочное) Пример ICD файла для устройства сопряжения 36
Приложение 9D (справочное) Схема испытания точности 46
Приложение 9E (справочное) Электронная табличка с паспортными данными 49
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам 50
Библиография 51

Введение

Перечень стандартов МЭК серии 61869 под общим наименованием «Трансформаторы измерительные», разрабатываемых Техническим комитетом ТК МЭК 38, находится на электронном сайте МЭК: gost.e-ecolog.ru р разрабатываемых/разработанных стандартов на дату публикации настоящего стандарта представлен ниже.

Серия, объединяющая стандарты МЭК	Разрабатываемый/ разработанный стандарт МЭК	Наименование стандарта	Перераба-тываемый стандарт МЭК
МЭК 61869-1 Общие требования к измерительным трансформаторам	61869-2	Дополнительные требования к трансформаторам тока	60044-1 60044-6
	61869-3	Дополнительные требования к индуктивным трансформаторам напряжения	60044-2
	61869-4	Дополнительные требования к комбинированным трансформаторам	60044-3
	61869-5	Дополнительные требования к емкостным трансформаторам напряжения	60044-5
МЭК 61869-6 Дополнительные общие требования к маломощным измерительным трансформаторам (преобразователям)	61869-7	Дополнительные требования к электронным трансформаторам напряжения	60044-7
	61869-8	Дополнительные требования к электронным трансформаторам тока	60044-8
	61869-9	Цифровой интерфейс для измерительных трансформаторов (преобразователей)	
	61869-10	Дополнительные требования к маломощным пассивным трансформаторам (преобразователям) тока	
	61869-11	Дополнительные требования к маломощным пассивным трансформаторам (преобразователям) напряжения	60044-7
	61869-12	Дополнительные требования к комбинированным электронным измерительным трансформаторам или комбинированным автономным трансформаторам (преобразователям)	
	61869-13	Требования к автономному устройству сопряжения с шиной процесса (УСШ)	
	61869-14	Дополнительные требования к трансформаторам постоянного тока	
	61869-15	Дополнительные требования к трансформаторам постоянного напряжения	

Настоящий стандарт является одним из серии стандартов на измерительные трансформаторы (преобразователи) (ИТ) МЭК 61869. Стандарт дополняет данную серию стандартов, в частности, детализирует многоуровневую коммуникационную архитектуру подстанций для ИТ (серии стандартов МЭК 61850).

Стандарт также показывает экспертам в области измерений общую концепцию и методы, применяемые для измерительных и защитных трансформаторов в серии стандартов МЭК 61850, включая обучающий материал, такой как примеры и пояснения.

По сравнению со стандартами на ИТ стандарты на коммуникационные технологии подвергаются постоянным изменениям, которые, как ожидается, продолжатся и в будущем. Существенный опыт, касательно применения встроенной непосредственно в ИТ электроники, должен быть обобщен, так как этот вид оборудования широко еще не распространен в промышленности и не произошло формирования системы понятий.

Место данного стандарта относительно серии стандартов МЭК 61850

Серия стандартов МЭК 61850 используется для коммуникации сетей и систем с целью автоматизации подстанции. Самые важные части этой серии стандартов определяют:

a) информационные модели для систем автоматизации подстанции;

b) модели ИТ и другого технического оборудования (коммутаторы и выключатели), а также модели систем автоматизации подстанции (системы для защиты и измерений). Данные модели определены в МЭК 61850-7-3 и МЭК 61850-7-4;

c) связь между интеллектуальными электронными устройствами (далее — IED) системы автоматизации подстанции. Общие модели определены в МЭК 61850-7-2, а отображение коммуникационного стека определено в МЭК 61850-8-1 и МЭК 61850-9-2;

d) язык конфигурации, который обычно описывает аспекты конфигурации систем автоматизации подстанции представлен в МЭК 61850-6;

e) испытания на совместимость коммуникационных интерфейсов IED систем автоматизации подстанции, включая их модели данных. Испытания на совместимость определены в МЭК 61850-10.

Как правило, в традиционной измерительной системе IED так же, как и контроллеры или устройства РЗА на уровне аналоговых сигналов, непосредственно присоединены к ИТ. В этом случае модели включают ИТ и соединенные с ними устройства. Однако это не единственный вариант реализации. В случае если электроника объединена непосредственно в электронных ИТ, то вышеупомянутые модели должны быть реализованы в рамках ИТ и ИТ должен поддерживать коммуникационный интерфейс. Блок электронного ИТ, который отвечает за это, известен как устройство сопряжения (УС).

МЭК 61850, будучи серией ориентированных на систему стандартов, оставляет множество опций открытыми для реализации требований настоящей и будущей поддержки подстанций разных размеров и уровней напряжения.

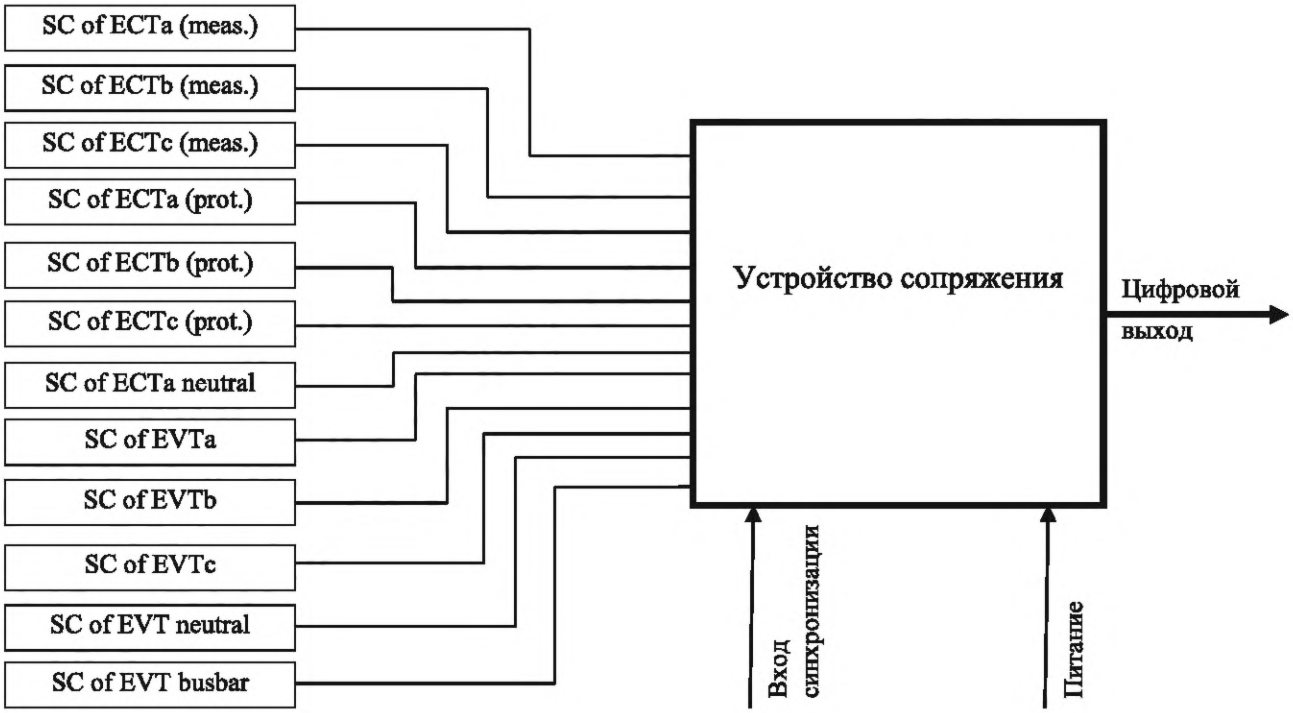
Настоящий стандарт нормирует дополнительные ограничения на цифровой коммуникационный интерфейс для того, чтобы уменьшить количество технических, решений, требуемое для достижения взаимодействия с цифровым интерфейсом между измерительными трансформаторами и оборудованием, использующим цифровой сигнал [например, защитные реле (устройства РЗА), счетчики или контроллеры].

Стандарт МЭК 61869-9:

- заменяет стандарт МЭК 60044-8 в части цифровых решений;
- стандартизирует требования к ИТ с цифровым интерфейсом согласно серии стандартов МЭК 61850; подобно тому, как представлено в МЭК 62271-3 для распределительных устройств;
- включает положения, совместимые с документом UCA Международной группы пользователей «Руководство для реализации цифрового интерфейса измерительных трансформаторов в МЭК 61850-9-2»;
- использует МЭК 61588-Ed.2 для синхронизации времени с опцией 1PPS (согласно IEC/IEEE 61850-9-3).

Обзор цифрового интерфейса для измерительных трансформаторов

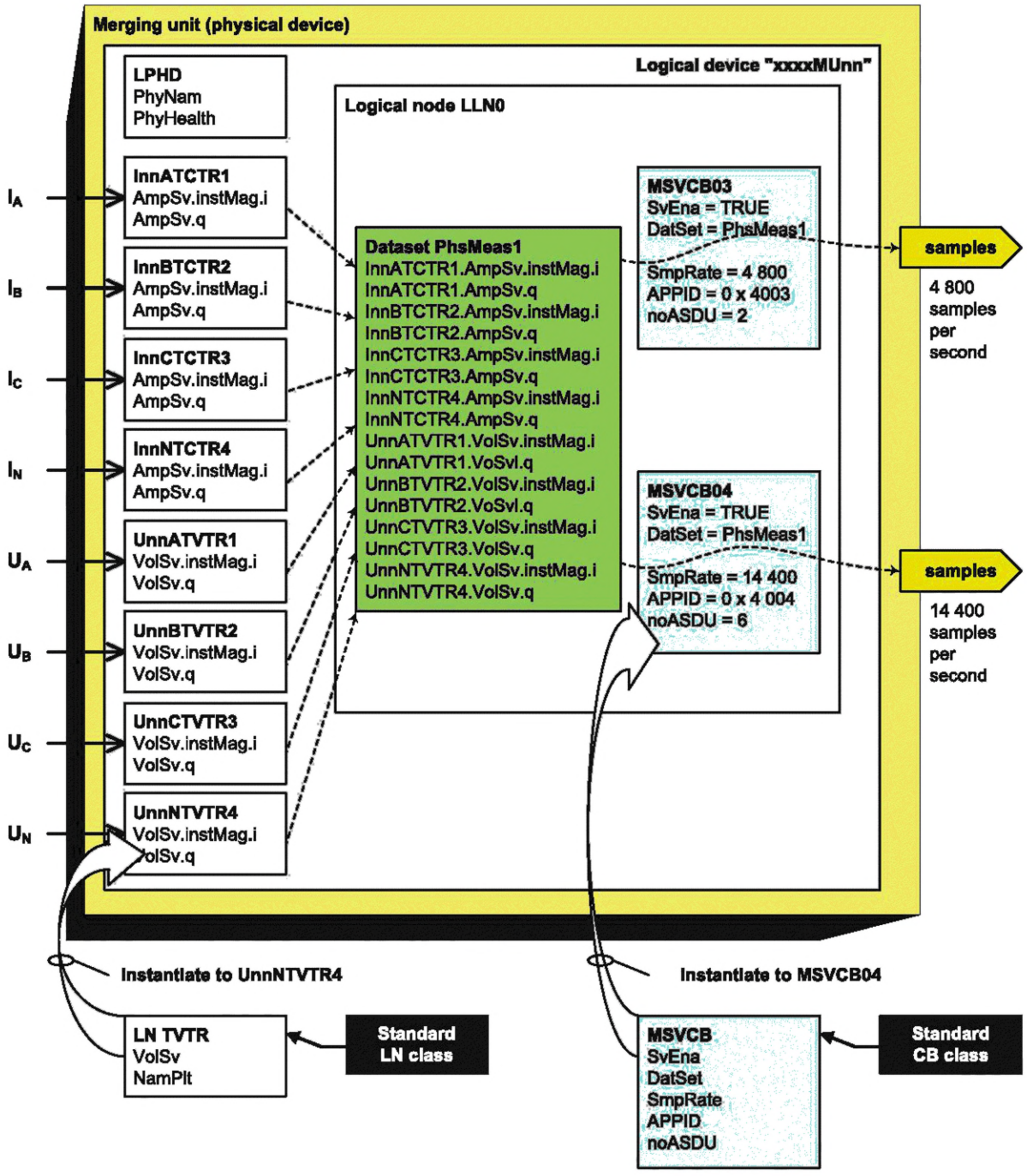
Общая блок-схема ИТ с цифровым выходом представлена на рисунке 901. Она демонстрирует, каким образом информация о токе и/или напряжении, полученная от вторичного конвертера (SC на рисунке 901), поступает в общий блок, маркированный, как устройство сопряжения. Устройство сопряжения выполняет всю обработку данных (осуществление выборки, аналого-цифровое преобразование, вычисление, форматирование сообщения, и т. д.) необходимую для процедуры последовательного по времени вывода потока выходных данных согласно этому стандарту. В настоящем стандарте устройство сопряжения является физической единицей (аппаратное средство), которое используется для сбора и передачи цифровых выходных данных в общую шину процесса.



Обозначения:
SC of ECT — вторичный конвертер электронного ТТ;
SC of EVT — вторичный конвертер электронного ТН;
meas. — измерительный; prot. — защитный; neutral — нейтраль; busbar — шина

Рисунок 901 — Общая блок-схема электронного измерительного трансформатора с цифровым выходом

Устройство сопряжения смоделировано как одно (или несколько логических устройств), которое содержит множественные логические узлы, как представлено на рисунке 902.



Обозначения:
Merging unit (physical device) — устройство сопряжения (физическое устройство);
Logical device — логическое устройство;
Logical node LLN0 — логический узел 0;
Dataset — набор данных;
Samples — выборки;
Samples per second — выборок в секунду;
Instantiate — реализовать как;
Standard LN class — стандартный класс логического узла (LN);
Standard CB class — стандартный класс блока контроля (CB)

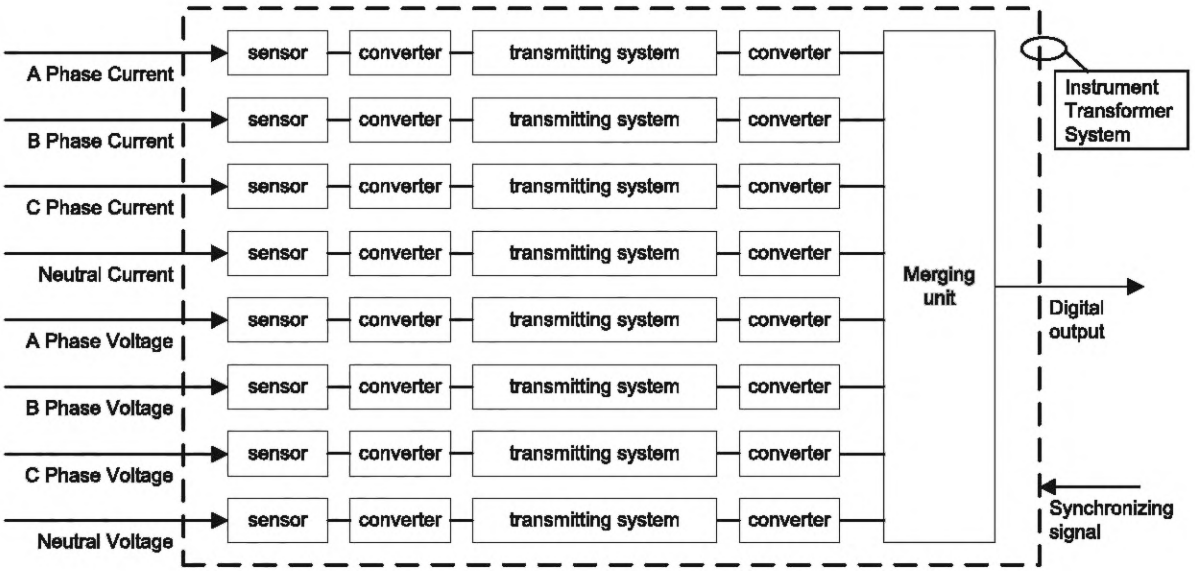
Рисунок 902 — Общая иллюстрация объектов в границах (внутри) устройства сопряжения (пример)

Измерения тока и напряжения на примере устройства сопряжения на рисунке 902 смоделированы по МЭК 61850-7-1 при использовании следующих логических узлов:

- класс TCTR по МЭК 61850-7-4, устанавливаемый индивидуально для каждой из трех фаз тока трансформатора и для измерительной нейтрали тока;
- класс TVTR по МЭК 61850-7-4, устанавливаемый индивидуально для каждой из трех фаз напряжения трансформатора и для измерительной нейтрали напряжения;
- логический узел 0 (LLN0), содержащий экземпляры блоков контроля выборочных значений (в примере это MSVCB03 и MSVCB04) для управления одновременной публикацией потоков данных в соответствии с МЭК 61850-9-2 в этом примере: один блок с 4800 выборками в секунду и 2 выборками в кадре, что соответствует частоте кадров 2400 кадров в секунду и другой блок с 14400 выборками в секунду и 6 выборками в кадре, что также соответствует частоте кадров 2400 кадров в секунду), и набор данных для управления содержанием цифровых выходных сообщений выборочных значений.

Применяемые частота дискретизации, синхронизация времени, контрольные блоки и набор данных также определены в настоящем стандарте.

Физическая реализация вышеупомянутых понятий может изменяться в зависимости от используемого технического определения того, какие части необходимы для фактической реализации ИТ. Один из примеров такой реализации представляет собой электронный маломощный измерительный трансформатор (далее — ЭММИТ) с встроенным цифровым выходом данных, представленный на рисунке 903 и более подробно описанный серией стандартов на продукцию МЭК 61869 (части 7, 8, 12, 14, 15).



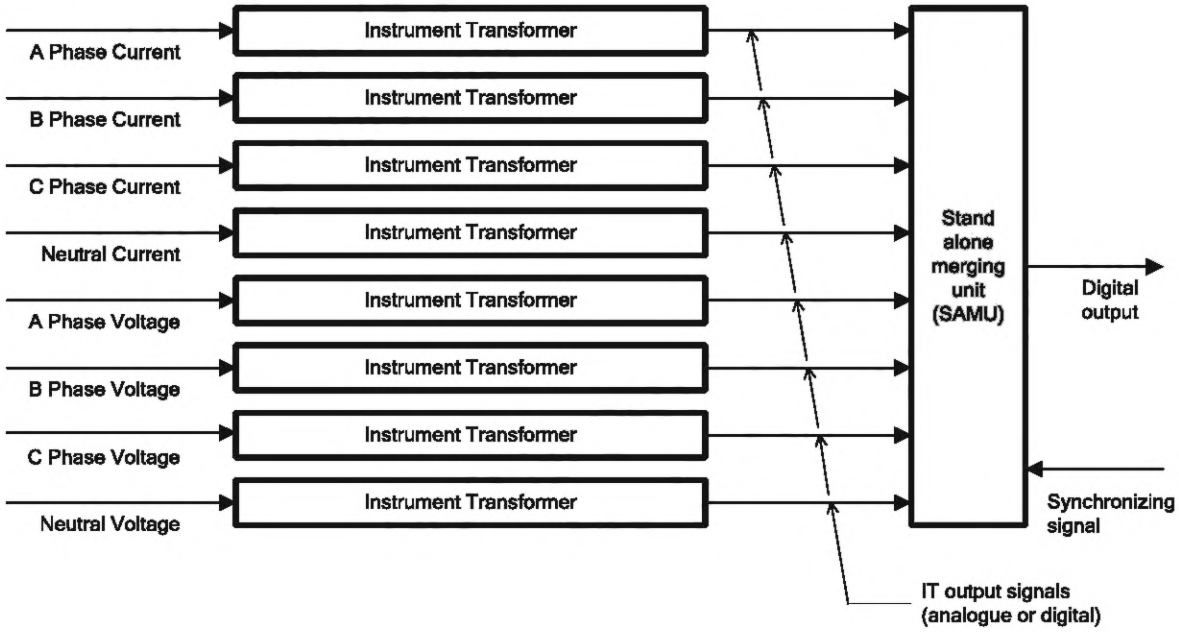
Обозначения:
Sensor — датчик (сенсор);
Converter — конвертер (преобразователь);
Transmitting system — система передачи (сигнала);
Merging unit — устройство сопряжения (с шиной процесса (далее — УС(Ш));
Instrument transformer system — трансформаторная система;
Digital output — цифровой сигнал на выходе;
Synchronizing signal — сигнал синхронизации

Рисунок 903 — Электронный маломощный измерительный трансформатор с цифровым выходом (концептуальный пример)

Не обязательно, чтобы все компоненты, изображенные на рисунке 903, были включены. Для уточнения: электропитание не представлено на схеме. ИТ может быть реализован в виде единичного устройства или нескольких устройств. Например, могут быть раздельные устройства для каждой фазы, включающие первичные датчики напряжения и/или тока, первичные конвертеры (преобразователи), а также все вторичные конвертеры и устройства сопряжения в отдельных корпусах, размещенных в диспетчерском помещении. Количество первичных входов и их типов (напряжения или тока) в отдельно

взятом измерительном трансформаторе может отличаться от изображенных на данном рисунке элементов.

Для сравнения, на рисунке 904 представлено графическое изображение общей блок-схемы установки, с использованием автономного (отдельно стоящего) устройства сопряжения с шиной процесса (УС(Ш)). В отличие от устройства сопряжения, встроенного в ИТ, автономное устройство сопряжения является отдельным изделием, дополнительные требования к которому нормированы МЭК 61869-13. Оно подключается своими входами к выходам ИТ, которые соответствуют техническим требованиям одного из серии стандартов МЭК 61869. Количество входов и их типы (напряжение или ток) могут быть отличны от представленных на рисунке 904. Данные, выдаваемые устройством сопряжения или электронным ИТ со встроенным устройством сопряжения должны совпадать (за исключением того случая, что выдаваемые УС данные имеют меньшую точность вследствие каскадного включения точностных характеристик отдельно заданных для ИТ и для УС).



Обозначения:
Instrument transformer (IT) — измерительный трансформатор (ИТ);
Stand alone merging unit (SAMU) — автономное устройство сопряжения (с шиной процесса УС(Ш));
Phase current — фазовый ток;
Neutral current — ток нейтрали;
Phase voltage — фазовое напряжение;
Neutral voltage — напряжение нейтрали;
IT output signals (analogue or digital) — сигналы на выходе ИТ (аналоговые или цифровые);
Digital output — цифровой сигнал на выходе;
Synchronizing signal — сигнал синхронизации

Пример представлен в стандарте МЭК 61869-13[1)].

Рисунок 904 — Автономное устройство сопряжения (концептуальный пример)

[1)] *С 2021 г. действует МЭК 61869-13:2021 «Трансформаторы измерительные. Часть 13. Автономное устройство сопряжения».*

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ТРАНСФОРМАТОРЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ

Часть 9

Цифровой интерфейс для измерительных трансформаторов (преобразователей)

Instrument transformers.
Part 9. Digital interface for instrument transformers

Дата введения — 2025—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт является частью серии стандартов МЭК 61869, распространяющейся на измерительные трансформаторы (далее — ИТ), и содержит дополнительные требования к ИТ, оснащенным цифровым выходом. Стандарт должен использоваться совместно со стандартами МЭК 61869-1 «Трансформаторы измерительные. Часть 1. Общие требования» и МЭК 61869-6 «Трансформаторы измерительные. Часть 6. Дополнительные общие требования к маломощным измерительным трансформаторам (преобразователям)». В дополнение к данному стандарту следует использовать стандарты, содержащие специфические дополнительные требования к ИТ (серия МЭК 61869 части 7, 8, 12, 13, 14 и 15).

Настоящий стандарт содержит требования к ИТ с цифровым интерфейсом при его применении в целях измерения. Стандарт основан на серии стандартов МЭК 61850, включает положения совместимые с документом UCA Международной Группы пользователей «Руководство для реализации цифрового интерфейса измерительных трансформаторов в МЭК 61850-9-2», содержит требования соответствующих подразделов стандарта МЭК 60044-8 (в части цифровых решений) и в этой части его заменяет. Стандарт содержит дополнительные положения, включающие синхронизацию времени по сети в соответствии с МЭК 61588.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты [для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных — последнее издание (включая все изменения)]:

Раздел 2 МЭК 61869-6 применяется со следующими дополнениями:

IEC 61588:2009, Precision clock synchronization protocol for networked measurement and control systems (Протокол точной тактовой синхронизации для сетевых систем измерения и управления)

IEC 61850-6:2009, Communication networks and systems for power utility automation — Part 6: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs (Сети и системы связи для автоматизации энергосистем общего пользования. Часть 6. Язык описания конфигурации для связи между интеллектуальными электронными устройствами на электрических подстанциях)

IEC 61850-7-1:2011, Communication networks and systems for power utility automation — Part 7-1: Basic communication structure — Principles and models (Сети и системы связи для автоматизации энергосистем общего пользования. Часть 7-1. Базовая структура связи. Принципы и модели)

Издание официальное

IEC 61850-7-2:2010, Communication networks and systems for power utility automation — Part 7-2: Basic information and communication structure — Abstract communication service interface (ACSI) (Сети и системы связи для автоматизации энергосистем общего пользования. Часть 7-2. Базовая структура информации и связи. Абстрактный интерфейс услуг связи (ACSI)

IEC 61850-7-3:2010, Communication networks and systems for power utility automation — Part 7-3: Basic communication structure — Common data classes (Сети и системы связи для автоматизации энергосистем общего пользования. Часть 7-3. Базовая структура связи. Классы общих данных)

IEC 61850-8-1:2011, Communication networks and systems for power utility automation — Part 8-1: Specific communication service mapping (SCSM) — Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3 (Сети связи и системы автоматизации энергосистем общего пользования. Часть 8-1. Специфическое отображение сервиса связи (SCSM). Отображения для MMS (ISO 9506-1 и ISO 9506-2) и ISO/IEC 8802-3

IEC 61850-9-2:2011, Communication networks and systems for power utility automation — Part 9-2: Specific communication service mapping (SCSM) — Sampled values over ISO/IEC 8802-3 (Сети и системы связи для автоматизации энергосистем общего пользования. Часть 9-2. Схема особого коммуникационного сервиса (SCSM). Выборочные значения по ISO/IEC 8802-3)

IEC/IEEE 61850-9-3:2016, Communication networks and systems for power utility automation — Part 9-3: Precision time protocol profile for power utility automation (Сети и системы связи для автоматизации энергетических систем общего пользования. Часть 9-3. Профиль протокола точного времени для автоматизации энергетических систем общего пользования)

IEC 61850-10:2012, Communication networks and systems for power utility automation — Part 10: Conformance testing (Сети и системы связи автоматизации энергосистем для сетей общего пользования. Часть 10. Испытания на соответствие)

IEC 61869-6:2016, Instrument transformers — Part 6: Additional general requirements for low-power instrument transformers (Трансформаторы измерительные. Часть 6. Дополнительные общие требования к маломощным измерительным трансформаторам)

UCA (International Users Group), Implementation guideline for digital interface to instrument transformers using IEC 61850-9-2 [UCA (Международная Группа пользователей), Руководство для реализации цифрового интерфейса измерительных трансформаторов в МЭК 61850-9-2]

3 Термины и определения

3.5 Термины и определения, связанные с другими характеристиками

В настоящем стандарте применены термины по МЭК 61869-6, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.5.901 **номинальное время удержания при потере синхронизации** (rated holdover time): Номинальное значение времени, в течение которого УС продолжает посылать выборки (образцы), обеспечивая время выборки, заявленное для класса точности измерения после потери временного сигнала.

3.5.902 **время задержки цифровой обработки данных t_{pd}** (processing delay time): Разница между временем, соответствующим полю SmpCnt в сообщении на цифровом выходе и временем появления этого сообщения на цифровом выходе.

3.5.903 **максимальное время задержки (цифровой обработки данных)** (maximum processing delay time): Наибольшее время задержки цифровой обработки данных (t_{pd}) при всех номинальных условиях эксплуатации.

3.5.904 **несинхронизированный режим** (free running mode): Режим работы, при котором выборочные значения, передаваемые УС, не синхронизируются с внешними часами в соответствии с классом точности измерений в пределах заявленной для него фазовой погрешности.

Примечание 1 — Значения основаны на внутреннем тактовом генераторе.

3.7 Список сокращений и обозначений

В настоящем стандарте применен список сокращений и обозначений стандарта МЭК 61869-6 со следующими дополнениями:

КРУ с воздушной изоляцией (AIS)	Коммутационное устройство с воздушной изоляцией
9-2LE	Протокол передачи выборок, определенный Международным документом Группы пользователей UCA «Руководство для использования цифрового интерфейса измерительных трансформаторов согласно МЭК 61850-9-2», индекс модификации R2-1, датированный 07.07.2004.
ASDU (Application Service Data Unit)	Блок данных прикладных сервисов
ACSI (Abstract Communications Service Interface)	Абстрактный интерфейс службы связи
SCSM (Specific Communication Service Mapping)	Специфическое отображение сервиса связи
SAV	Класс общих данных, определенный в подразделе 7.4.4 МЭК 61850-7-3:2010 для моделирования выборочных значений
TCTR	Логический узел, определенный в подразделе 5.15.4 МЭК 61850-7-4:2010, для моделирования выборочных значений от трансформаторов тока
TVTR	Логический узел, определенный в подразделе 5.15.20 МЭК 61850-7-4:2010, для моделирования выборочных значений от трансформаторов напряжения
SCL (System Configuration description Language)	Системный язык описания конфигурации согласно разделу 4 МЭК 61850-6:2009
ICD (IED Capability Description file)	Файл описания возможностей IED согласно МЭК 61850-6-Ed2.0
IED (Intelligent Electronic Device)	Интеллектуальное электронное устройство
SAS (Substation Automation System)	Автоматизированная информационно-измерительная система подстанции
УС/УСШ (MU — Merging Unit)	Устройство сопряжения (с шиной процесса)
АУС(Ш) (SAMU — Stand Alone Merging Unit)	Автономное (отдельно стоящее) устройство сопряжения (с шиной процесса)
ЭМС	Электромагнитная совместимость

4 Нормальные и особые условия эксплуатации

В настоящем стандарте применяют раздел 4 стандарта МЭК 61869-1.

5 Нормируемые параметры

5.6 Номинальный класс точности

Классы точности электронных маломощных измерительных трансформаторов (преобразователей) (далее — ММИТ) с цифровым выходом определены в следующих частях стандарта МЭК 61869: 7, 8, 12, 13, 14, 15. Технические требования к классу точности применяют в полном объеме, представляя все погрешности, начиная с погрешностей первичного ИТ, и, заканчивая погрешностью сообщения, созданного на цифровом выходе.

Технические требования к точности непосредственно включают все погрешности, связанные с синхронизацией времени. Требования к синхронизации времени представлены в разделе 6.904.

В отношении классов точности ИТ с цифровым выходом должны подразделяться на две группы:

- трансформаторы измерительные;
- трансформаторы защитные.

Для того чтобы лучше использовать динамический диапазон, допускаемый 32-битным форматом сообщения, определенным в настоящем стандарте, для защитных трансформаторов и каналов АУС, предназначенных для целей защиты, должны быть установлены два класса точности. Два класса точности устанавливаются, чтобы конкретно указать класс точности для измерения и защиты, применяемый к данному каналу.

Требование к назначению двух классов точности учитывает тот факт, что для ИТ функции защиты, обычно совмещены с функцией измерения. Это хорошо известный метод документирования такого применения, однако, при этом, необходимо принимать во внимание специфические требования к АУС.

Класс точности для защитного ИТ и для АУС должен быть задан в виде пары значений, разделенных символом «/» (косая черта), где на первом месте указывается класс точности для измерения, а на втором — класс точности для защиты, за которым в конце следует коэффициент предельной кратности K_{ALF}. Две спецификации с паспортными данными, как для цифрового ИТ, так и для АУС, должны быть указаны на табличке с паспортными (техническими) данными (шильдике).

Примеры классов:

0,2S — 0,2S класс точности измерительного ИТ (не предназначенного для защиты)

0,2S/5P20 — защитный ИТ, соответствующий требованиям класса точности для измерения 0,2S и требованиям класса 5P для защиты.

5.901 Эксплуатационные требования

Электронные ММИТ с цифровым выходом должны соответствовать всем требованиям, нормируемым частями стандарта серии МЭК 61869: 7, 8, 12, 13, 14, 15 (если допустимо). Эти требования, таким же образом, распространяются и на УС, которое является неотъемлемой частью аппаратуры ИТ, т. е. оно должно соответствовать тем же самым условиям применения и требованиям к ЭМС.

В зависимости от соответствия к классу устройства, определенного в разделе 6.903.13, УС может быть организовано с различными уровнями сетевого трафика Ethernet. Поскольку невозможно предвидеть все рабочие условия, то набор определенных требований дается на основании реального опыта:

- характеристики УС должны быть определены для всех эксплуатационных режимов;
- если имеется функция генерирования тестового сигнала, то данная функция по умолчанию должна быть отключена;
- все данные, поступающие на один и тот же ASDU (включая качественные биты), должны быть взаимно последовательными и соответствовать своему моменту времени, согласно спецификации заявленного класса точности;
- данные должны быть синхронизированы с общей временной привязкой, как описано в разделе 6.904.

Характеристики УС должны соответствовать всем определенным эксплуатационным режимам. Это, например, может быть повышение мощности, понижение мощности, а также неисправности системы при самодиагностике (согласно разделу 6.604 МЭК 61869-6). В то же время, в любой момент сигнал на выходе УС (SV-поток данных) может стать недоступным (вследствие неисправности компонента), и когда это происходит, то в потоке все биты состояния должны достоверно представить рабочее состояние электронного ММИТ в соответствии со встроенными возможностями самоконтроля, самодиагностики или внешними сигнальными входами (при наличии). Биты состояния используются устройствами РЗА, и должны предотвратить неправильную работу (неисправности в работе) защитной схемы.

Пример: Когда отключается электропитание, то оптическому ТТ может потребоваться время на активацию термоэлектрических катушек, должен быть произведен тщательно контролируемый лазерный запуск и ожидание стабилизации системы, для работы в пределах установленной точности. Во время этих процессов (цифровой) выход УС должен быть отключен. Если выход данных подключен, то все значения данных должны иметь тег ‘отключен’, и должен быть детализированный набор состояний, отнесенный либо к ‘неисправности’, либо к ‘неточности’ в соответствии с подразделом 6.903.9. То же самое требование применяется во время потери мощности и активации системы самодиагностики (т. е. отказ подсистемы цифрового сигнального процессора (англ. digital signal processor, DSP) (ЦПОС) — *специализированный микропроцессор, предназначенный для обработки оцифрованных сигналов (обычно, в режиме реального времени*). УС должно гарантировать отсутствие на выходе плохих данных выборки.

Важным условием является возможность генерировать тестовый сигнал совместимости, но он должен быть консолидирован в системный уровень подстанции. По умолчанию он должен быть отклю-

чен. Это относится к поставке (отправке) и ко всем активным инсталляциям системы подстанции. Когда тестовый сигнал присутствует, то его значения должны сопровождаться активацией тестовых битов согласно разделу 6.903.9.

Внешний трафик Ethernet, получаемый УС, не должен мешать передаче значений выборки. Это требование применяется независимо от типа трафика, предназначения его адресных пространств или от существующей загрузки канала (применимы 100 % загрузка и коммуникация в режиме полного дуплекса).

Требование последовательности передачи данных относится ко всем значениям данных в пределах одного ASDU. Обновление (доработка, модификация) бита состояния должно быть элементарным и не допускается отступлений от связанных с ними значений данных. Например, бит состояния «Вне диапазона» будет установлен, как только связанное значение данных превышает предел уставки. Если биты «вне диапазона» достоверны, то связанные с ними значения данных должны быть зарегистрированы, как значения между этой величиной и фактической величиной. Перегрузка должна быть однообразной, со значением выхода не позволяющим изменять знак без соответствующих изменений в основном устройстве (измерение полярности недопустимо).

6 Требования к конструкции

6.901 Технические ограничения

6.901.1 Интерфейс

У электронного ММИТ со встроенным УС есть два интерфейса для измеряемого сигнала, а также вспомогательный интерфейс электропитания. Первый интерфейс предназначен для первичного высокого напряжения ИТ, а второй интерфейс для подключения цифрового выхода. Выходной разъем УС также определяет разграничение зоны ответственности между производителем электронного ММИТ (датчика) и интегратором систем. Дополнительные интерфейсы, такие, как интерфейсы между основным и вторичным конвертерами, рассматривают, как неотъемлемые части электронного ММИТ. Также некоторые устройства могут быть оснащены дополнительными входными интерфейсами, такими как вход синхронизации времени 1PPS.

Все кабели и соединения, которые находятся внутри электронного ММИТ, включая соединения между УС и первичным датчиком, выходят за рамки области применения настоящего стандарта. Интегратор системы должен поставлять все кабели и разъемы для подключений внутри системы автоматизации подстанции (SAS). Там, где любые кабели или соединения проходят вне корпусов, они должны быть обеспечены соответствующей механической защитой.

6.901.2 Интерфейс цифрового выхода

Рекомендуется волоконно-оптическая цифровая система передачи данных 100Base-FX (1300 нм, многорежимный, полный дуплекс, из двух оптоволоконных кабелей (двухжильный) в соответствии с требованиями стандарта ИСО/МЭК 8802-3:2001, но могут быть использованы и перспективные технологии, включая 1Gbit/s (1000 BASE-LX) (см. IEC TR 61850-90-4).

Примечание 901 — Отдельные оптические кабельные волокна с BFOC/2,5[1)] (также известны, как тип ST) разъемами все еще широко используются, и они требуют отдельной маркировки волокна (Rx, Tx волокна). Двойные разъемы LC2[2)] (представленные на рисунке 905) — более предпочтительное решение, поскольку они устраняют проблемы соединения Rx/Tx. Когда требуется (установки с обратной совместимостью) преобразование между ST, FC или LC типы разъемов могут быть выполнены с широкодоступными оптоволоконными кабелями.

[1)] Согласно МЭК 61754-2:1996 «Интерфейсы волоконно-оптических соединителей (разъемов). Часть 2. Серия разъемов типа BFOC/2, 5».

[2)] Согласно МЭК 61754-20:2002 «Интерфейсы волоконно-оптических соединителей (разъемов). Часть 20. Серия разъемов типа LC».



Рисунок 905 — Двойной разъем типа LC

6.901.3 Автоматическая рабочая индикация

Из-за большого разнообразия возможного исполнения УС, требования к автоматизированному рабочему интерфейсу сведены к минимуму, и ограничены только устройствами, которые могут быть визуально осмотрены оператором во время их нормального функционирования. Ограничений на максимальную сложность разрабатываемых индикаций, нет.

Все устройства, которые могут быть визуально осмотрены оператором, должны иметь индикацию, обозначающую:

- что устройство включено (приведено в действие);
- что устройство в эксплуатации;
- что возникла аварийная ситуация и/или неисправность;
- статус коммуникационной линии связи;
- что оно находится в тестовом режиме.

Все сигналы индикации и их точное описание должны быть четко заявлены в документации изготовителя на изделие.

6.902 Электрические требования

6.902.1 Требования к частотной характеристике

ИТ с цифровым выходом должны иметь частотную характеристику и точность преобразования гармоник согласно требованиям приложения 6A стандарта МЭК 61869-6. Для электронных ММИТ со встроенным цифровым выходом, это требование применимо между первичной цепью, и цифровым выходом ИТ.

6.902.2 Требование к максимальному времени задержки цифровой обработки данных

Время задержки цифровой обработки данных (t_{pd}) определено в разделе 3.5.902, как разница между временем, соответствующим полю SmpCnt в пакете и временем появления сообщения на цифровом выходе.

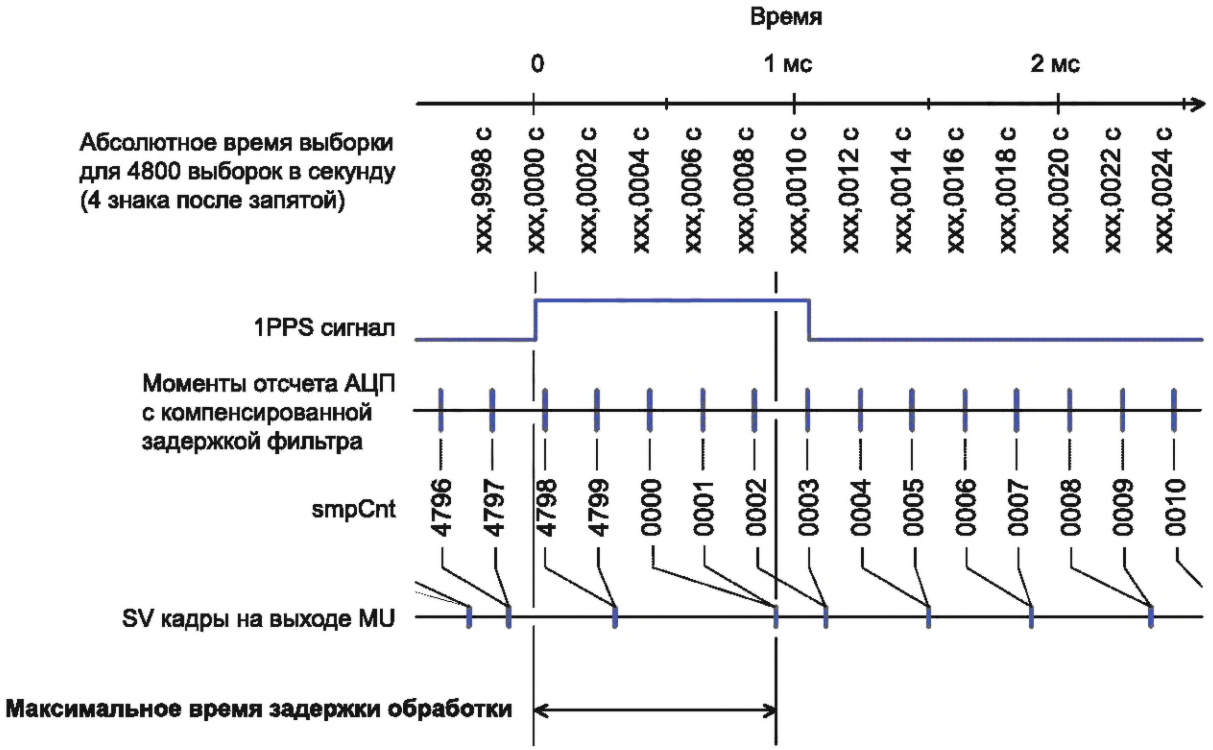


Рисунок 906 — Максимальное время задержки цифровой обработки данных

Время появления сообщения на цифровом выходе должно быть измерено как точка метки времени (рисунок 907) с использованием внешних часов, подключаемых ко входу синхронизации устройства.

Максимальное время задержки цифровой обработки данных — это самое длительное время задержки на цифровую обработку при номинальных условиях работы. Оно измеряется в соответствии с подразделом 7.2.901 и проиллюстрировано на рисунке 906. В этом примере выборка с smpCnt 0000, которая соответствует моменту времени xxx,0000, достигает выхода УС в момент времени xxx,0009, поэтому время задержки цифровой обработки данных для этого примера 0,9 мс. Поскольку в этом примере нет никакого другого времени задержки цифровой обработки данных, то 0,9 мс также является максимальным временем задержки цифровой обработки данных.

Максимальное время задержки на цифровую обработку данных должно быть указано изготовителем и должно находиться в пределах, указанных в таблице 901.

Таблица 901 — Пределы максимального времени задержки цифровой обработки данных

Назначение	Пределы максимального времени задержки цифровой обработки данных
Измерение показателей качества электрической энергии	10 мс
Измерение и защита	2 мс
Узкополосные системы управления постоянного тока жесткого реального времени	100 мкс
Широкополосные системы управления постоянного тока реального времени	25 мкс

Максимальное время задержки цифровой обработки данных измеряется на выходе УС и не включает в себя внешние задержки, вносимые компонентами сети шины процесса или перегрузкой сети. Внешние задержки зависят от применения и имеют решающее значение для правильной работы системы. Задержки во внешних сетях находятся в зоне ответственности системного интегратора (инженера-проектировщика сети) и область применения настоящего стандарта на них не распространяется.

Максимальное время задержки цифровой обработки данных должно соответствовать требованиям настоящего стандарта независимо от того, находится ли устройство в режиме удержания или синхронизировано с внешними часами.

По определению, максимальное время задержки цифровой обработки данных не может быть измерено, когда устройство находится в несинхронизированном режиме. Из-за сложности, связанной с точными измерениями высокого напряжения и большого тока, время задержки в режиме потери синхронизации не проверяется отдельно. Однако при переходе из режима удержания в несинхронизированный режим не должно быть значительного изменения времени задержки цифровой обработки данных согласно подразделу 7.2.901.

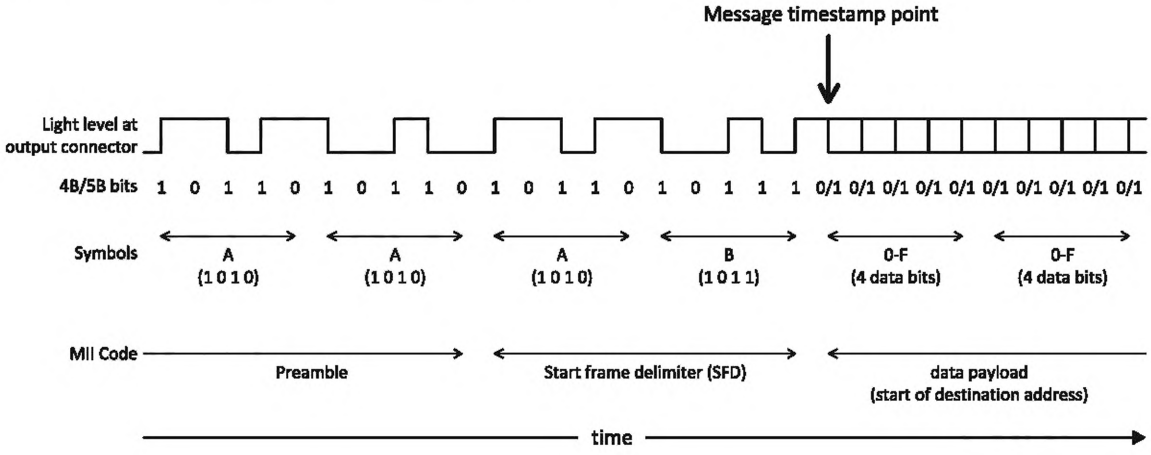
Для УС, в отличие от ИТ с аналоговыми выходами, основное влияние времени задержки заключается в том, что оно увеличивает время обнаружения неисправности. Для ИТ с аналоговым выходом, время задержки также важно для оценки первичных фазовых углов. Для ИТ с цифровым выходом, время выборки, закодированное в сообщении, а не время приема сигнала, чаще используется в оценке первичного фазового угла. Таким образом, фазовая погрешность является результатом различий между кодированным внутренним временем выборки и внешним временем на подстанции, которому соответствует та же выборка и она не зависит от времени задержки на цифровую обработку.

Пределы фазовой погрешности, нормируемые частями стандарта МЭК 61869: 7, 8, 12, 13, обеспечиваются соответствием кодированного внутреннего времени выборки и внешнего времени на подстанции для этой же выборки. ИТ для постоянного тока (части 14 и 15 стандарта МЭК 61869) соответствуют пределам фазовой погрешности согласно подразделу 6A.4.3 стандарта МЭК 61869-6.

Для высокопроизводительных систем рекомендуется, чтобы максимальное время задержки было минимальным (сокращено до минимума).

Точное определение метки времени в кадре для кодирования физического уровня 100BASE-FX представлено на рисунке 907.

Он принят см. gost.e-ecolog.ru пример №26. и будет включен в следующую редакцию стандартов IEEE 1588/МЭК 61588.



Обозначения:
Message timestamp point — точка временной отметки выходного сообщения;
Light level at output connector — уровень освещенности на выходном разъеме;
(Data) bits — биты (данных);
MII Code — код MII;
Preamble — преамбула;
Start frame delimiter (SFD) — разделитель начального кадра;
Data payload (start of destination address) — полезная нагрузка данных (начало адреса назначения)

Рисунок 907 — Точка временной отметки выходного сообщения

6.903 Спецификации коммуникационного профиля

6.903.1 Общие положения

Коммуникационные профили МЭК 61869-9 — это тщательно отобранный ряд стандартов серии МЭК 61850. В настоящем стандарте используются требования МЭК 61850-9-2:2011 для специфического отображения сервиса связи (SCSM) выборочных значений. Также в настоящем стандарте используются требования МЭК 61850-8-1 для SCSM «клиент-сервера» и одноранговой сети. Абстрактный интерфейс службы связи (ACSI) определен согласно МЭК 61850-7-2. Требования к логическим узлам представлены в МЭК 61850-7-4. Классы общих данных и классы расчетных атрибутов определены в МЭК 61850-7-3.

6.903.2 Варианты кодов

Для того, чтобы обеспечить способность к взаимодействию, существует ограниченный набор обозначений, структур сообщений, частот дискретизации, аналоговых сигналов и масштабирование. Разрешенные варианты пояснены в следующем примере, приведенном здесь, как способ описания возможностей УС:

F *f* S *s* I *i* U *u*,

где *f* — частота дискретизации цифрового выхода, выраженная в выборках в секунду;

s — количество ASDUs (выборок), содержащихся в сообщении выборочного значения;

i — количество измеренных значений тока, содержащихся в каждом ASDU;

u — количество измеренных значений напряжения, содержащихся в каждом ASDU.

Табличка с паспортными данными устройства является документом, описывающим возможности устройства (диапазон поддерживаемых вариантов) с активной конфигурацией, отдельно указанной в файле конфигурации УС (приложение 9С).

Примеры вариантов кодов:

F4000S1I4U4 описывают значения выборки 9-2LE MSVCB01 с номинальной частотой сети 50 Гц.

F12800S8I4U4 описывают значения выборки 9-2LE MSVCB02 с номинальной частотой сети 50 Гц.

F4800S2I8U0 описывают значения выборки с 4800 выборками в секунду, две ASDU (выборки) в сообщении, 8 каналов тока, 0 каналов напряжения.

ИТ/АУС, разработанные в соответствии с требованиями настоящего стандарта, должны быть настраиваемыми для применения одной из предпочтительных частот, согласно таблице 902, и не менее одной из следующих конфигураций с обратной совместимостью:

F4000S1I4U4

F4800S1I4U4

F5760S1I4U4

УС могут также быть реализованы с другим количеством каналов тока и напряжения. Минимальное число каналов тока плюс каналы напряжения равно 1. Максимально допустимое число величин, разрешенных в сети со скоростью 100 Мбит/с, составляет:

Для основных — измерение и защита: 24;

Для измерения показателей качества электрической энергии: 8;

Для ИТ постоянного тока: 24.

Максимальные ограничения введены для того, чтобы гарантировать равный доступ к сети и предотвратить блокирование, вызванное чрезмерно длинными Ethernet кадрами. Для сетей со скоростью 1 Гбит/с и более быстрыми скоростями нормированных ограничений не установлено. Выходы ИТ постоянного тока могут требовать подключения от точки к точке и гигабитных линий Ethernet.

6.903.3 Номинальные значения частоты дискретизации цифрового выхода

Стандартная частота дискретизации (*f* в примере вариантов кодов) имеет следующие значения:

Таблица 902 — Стандартные частоты дискретизации

Номинальная частота дискретизации цифрового выхода, Гц	Число ASDU (выборок) в кадре	Номинальная частота сообщений цифрового выхода, выборка (кадр/с)	Примечания
4000	1	4000	Для применения в системах 50 Гц, обратно совместимых согласно с руководством 9-2LE
4800	1	4800	Для применения в системах 60 Гц, обратно совместимых с руководством 9-2LE, или 50 Гц, обратно совместимых с 96 выборками за период номинальной частоты системы
4800	2	2400	Предпочтительно для измерений и защиты, независимо от частоты энергосистемы
5760	1	5760	Для применения в системах 60 Гц, обратно совместимых с 96 выборками за период номинальной частоты системы
12800	8	1600	Нежелательно. Только для использования в системах 50 Гц
14400	6	2400	Предпочтительно для измерения качества электрической энергии независимо от частоты энергосистемы, включая ИТ для применения в узкополосных системах управления постоянного тока жесткого реального времени
15360	8	1920	Нежелательно. Только для использования в системах 60 Гц
96000	1	96000	Предпочтительно для измерительных трансформаторов для применения в широкополосных системах управления постоянного тока

Частоты дискретизации с вариантами F4000S1I4U4, F4800S1I4U4, F12800S8I4U4 и F15360S8I4U4 идентичны частотам дискретизации, рекомендованным документом Группы пользователей UCA «Руководство для использования цифрового интерфейса измерительных трансформаторов согласно МЭК 61850-9-2» (обычно называемый 9-2LE) направлены на сохранение обратной совместимости (полной совместимости с предыдущими версиями). В дальнейшем предпочтение отдается 4800 Гц, 14400 Гц и 96000 Гц с 2, 6 и 1 ASDU (выборками) соответственно, которые помечены как «предпочтительные» в таблице 902. Заданные частоты дискретизации являются постоянными и обычно синхронизируются с внешним источником времени. Отслеживание частоты энергосистемы (если это требуется приложением) осуществляется абонентом.

6.903.4 Логические устройства

УС должно включать одно или более логических устройств. Логические устройства должны быть выполнены в соответствии с подразделом 5.3.2 стандарта МЭК 61850-7-2:2010.

Каждое наименование логического устройства (LDName) должно быть отформатировано согласно представленной ниже схеме:

xxxxMUnn (xxxxУСnn),

где xxxx — конфигурируемое наименование IED в УС (МЭК 61850-6:2009, подраздел 8.5.3);

MUnn (УСnn) — атрибут “inst” элемента LDdevice в секции IED, в файле ICD. nn должен быть десятичным числом, которое определяет идентификатор логического устройства внутри физического прибора.

Примечание 902 — Комбинация наименования IED и номера экземпляра LD делает логическое устройство уникальным внутри системы.

6.903.5 Логические узлы LPHD

Логические узлы LPHD должны соответствовать требованиям подраздела 5.3.2 стандарта МЭК 61850-7-4:2010, за исключением того, что LPHD логические узлы должны быть расширены путем добавления табличных объектов данных, согласно таблице 903. Значение атрибутов dataNs для расширенных объектов данных должно быть «МЭК 61869-9:2016». Атрибуты этих расширенных объектов данных должны быть доступны только для чтения.

Объект данных LPHD PhyNam должен соответствовать определению класса общих данных DPL согласно подразделу 7.8.2 МЭК 61850-7-3:2010, за исключением атрибутов PhyNam.vendor, PhyNam.model, PhyNam.serNum, PhyNam.hwRev, PhyNam.swRev и PhyNam.d, которые являются обязательными и постоянными и доступны только для чтения.

В атрибут PhyNam.serNum, если дата изготовления не подразумевается в серийном номере, должна быть включена дата изготовления.

Таблица 903 — Расширения для класса LPHD

Расширения для класса LPHD, указываемые на паспортной табличке				
Наименование объекта	Класс	Пояснения	T	M/O/C
NamVariant	VSD	список поддерживаемых вариантов кодов, разделенных точкой с запятой коды определены согласно подразделу 6.903.2, например, “F4800S1I4U4;F14400S6I4U4;F4800S2I0-24U0-24”		M
NamHzRtg	VSD	список поддерживаемых номинальных частот (fR), в Гц, разделенных точкой с запятой, например “dc; 50; 60”		M
NamAuxVRtg	VSD	список номинальных значений, разделенных точкой с запятой, или написанный через дефис диапазон номинальных значений вспомогательного напряжения электропитания (Uar), в вольтах, с указанием ac (для переменного тока) или dc (для постоянного тока), где это применимо, например, “80-300 dc;100-250 ac”		O
NamHoldRtg	VSD	номинальное время удержания, в секундах, например “10”		M
NamMaxDlRtg	VSD	максимальное время задержки цифровой обработки данных, в микросекундах, например “1500”		M
Обозначения: M = Mandatory — обязательный; O = Optional — дополнительный (необязательный); C = Conditional — условный.				

6.903.6 Логические узлы LLN0

Логические узлы LLN0 должны соответствовать требованиям стандарта МЭК 61850-7-4.

6.903.7 Логические узлы TCTR

Логические узлы TCTR должны соответствовать требованиям стандарта МЭК 61850-7-4, за исключением того, что логические узлы TCTR должны быть расширены путем добавления именных табличных объектов данных, согласно таблицам 903 и 905. Значение атрибутов данных dataNs этих расширенных объектов должно быть «МЭК 61869-9:2016». Атрибуты данных этих расширенных объектов должны быть доступны только для чтения.

Каждое имя TCTR (LNName) должно быть отформатировано на этапе проектирования в соответствии с

I *nn p* TCTR *n*,

где *nn* — является номером точки измерения тока (01-99), которая для измерения тока идентифицируется как (Inn) и уникальна в пределах присоединения. Это значение является частью в описании SCL секции подстанции и определяется в процессе проектирования;

p — идентификация фазы первичного тока, это либо A, либо B, либо C, и N для ИТ переменного тока. Для ИТ постоянного тока, с ожидаемой поддержкой систем постоянного тока в соответствии с серией стандартов МЭК 61850, используется A для Полюса 1, B для Полюса 2 и N для земли. Это значение должно соответствовать атрибуту фазы оборудования SubEquipment в секции подстанции раздела описания SCL, если таковой имеется;

n — является атрибутом «inst» элемента LN в секциях подстанции и IED в файле ICD. Он связывает TCTR, описанный в секции подстанции, с TCTR, описанным в секции IED. "*n*" должно быть десятичным числом (от 1 до 99), которое устанавливает идентификатор экземпляра TCTR, как уникальный в пределах логического устройства, и в целом это устанавливает производитель.

Например, наименование TCTR может быть следующим:

I02ATCTR4.

Приведенное выше название относится к точке измерения тока номер 02, фаза A, с трансформатором тока, связанным с экземпляром TCTR 4, как показано на рисунке 908. Это только один из таких примеров, иллюстрирующий моделирование подстанций согласно МЭК 61850-7-1 и правила языка конфигурации подстанций согласно МЭК 61850-6.

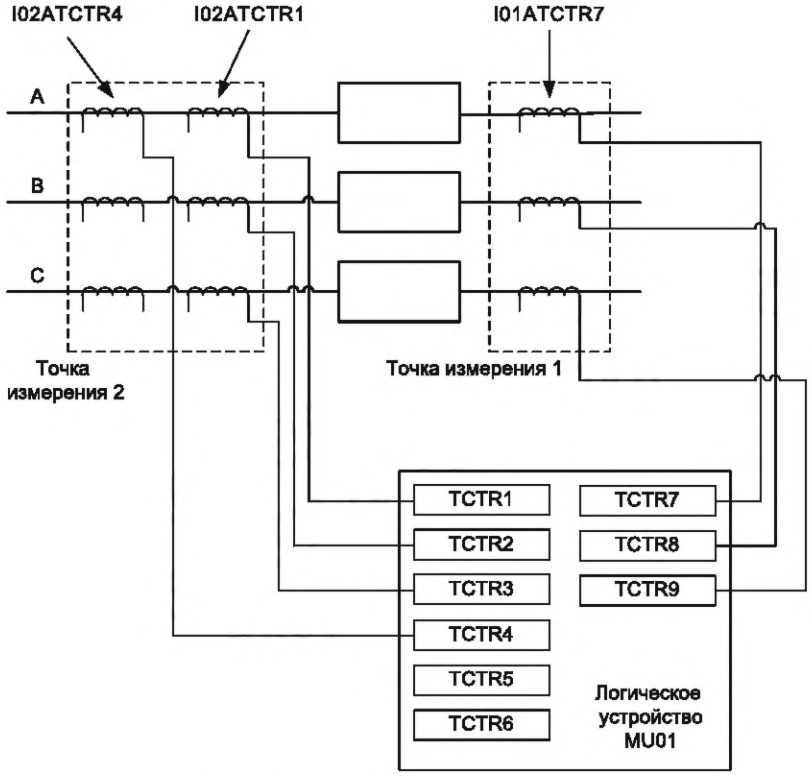


Рисунок 908 — Пример обозначения TCTR

Объект данных AmpSv логического узла TCTR должен соответствовать определению класса общих данных SAV, согласно подразделу 7.4.4 стандарта МЭК 61850-7-3:2010, за исключением таких атрибутов, как AmpSv.instMag.i AmpSv.sVC.scaleFactor, AmpSv.sVC.offset, AmpSv.units.multiplier и AmpSv.units.SIUnit, которые являются обязательными и доступны только для чтения со значениями, указанными в таблице 904:

Таблица 904 — Значения атрибутов AmpSv

Атрибут	Значение
AmpSv.units.SIUnit	5 (код для Ампер)
AmpSv.units.multiplier	0
AmpSv.sVC.offset	0
AmpSv.sVC.scaleFactor	0,001
AmpSv.instMag.i	количество (миллиампер)

Таблица 905 — Расширение для класса TCTR

Расширения для класса TCTR, указываемые на паспортной табличке				
Наименование объекта	Класс	Пояснения	T	M/O/C
NamAccRtg	VSD	определение класса точности в формате согласно подразделу 5.6, например, “0,5S/5P20”		M
NamARtg	VSD	список номинальных первичных токов (IPr), в Ампер, разделенных точкой с запятой, например, “200;400;800”		M
NamClipRtg	VSD	отношение предела отсечки мгновенного тока к номинальному первичному току, умноженному на корень квадратный из двух, например, “20”		M
Обозначения: M = Mandatory — обязательный; O = Optional — дополнительный (необязательный); C = Conditional — условный.				

6.903.8 Логические узлы TVTR

Логические узлы TVTR должны быть такими, как указано в МЭК 61850-7-4:2010, за исключением того, что логические узлы TVTR узлы должны быть расширены путем добавления именных табличных объектов данных, согласно таблицам 903 и 907. Значение атрибутов dataNs этих расширенных объектов данных должно быть «МЭК 61869-9:2016». Атрибуты этих расширенных объектов данных должны быть доступны только для чтения.

Каждое имя TVTR (LNName) должно быть отформатировано на этапе проектирования в соответствии с

U *nn p*TVTR *n*,

где *nn* — является номером точки измерения напряжения (01-99), которая для измерения напряжения идентифицируется как (Unn) и уникальна в пределах присоединения. Это значение является частью в описании SCL секции подстанции;

p — идентификация фазы либо A, B, C, либо AB, BC, CA, и N для ИТ переменного тока. Для ИТ постоянного тока, с ожидаемой поддержкой систем постоянного тока в соответствии с серией стандартов МЭК 61850, используется A для Полюса 1, B для Полюса 2 и N для земли. Это значение должно соответствовать атрибуту фазы оборудования SubEquipment в секции подстанции раздел описания SCL, если таковой имеется;

n — является атрибутом «inst» элемента LN в секциях подстанции и IED в файле ICD. Он связывает TVTR, описанный в секции подстанции, с TVTR, описанным в секции IED. “*n*” должно быть десятичным числом (от 1 до 99), которое устанавливает идентификатор экземпляра TVTR, как уникальный в пределах логического устройства, и в целом это устанавливает производитель.

Например, наименование TVTR может быть

U01ATVTR1.

Объект данных TVTR атрибута NamPlt должен соответствовать определению класса данных в LPL в соответствии с подразделом 7.8.3 стандарта МЭК 61850-7-3:2010.

Объект данных VolSv логического узла TVTR должен соответствовать определению класса общих данных SAV, согласно подразделу 7.4.4 стандарта МЭК 61850-7-3:2010, за исключением атрибутов, VolSv.instMag.i VolSv.sVC.scaleFactor, VolSv.sVC.offset, VolSv.units.multiplier и VolSv.units.SIUnit, которые являются обязательными и доступны только для чтения со значениями, указанными в таблице 906:

Таблица 906 — Значения атрибутов VolSv

Атрибут	Значение
VolSv.units.SIUnit	29 (код для вольт)
VolSv.units.multiplier	0

Окончание таблицы 906

Атрибут	Значение
VolSv.sVC.offset	0
VolSv.sVC.scaleFactor	0,01
VolSv.instMag.i	количество (сантивольт)

Таблица 907 — Расширение для класса TVTR

Расширения для класса TVTR, указываемые на паспортной табличке				
Наименование объекта	Класс	Пояснения	T	M/O/C
NamAccRtg	VSD	определение класса точности в формате согласно подразделу 5.6, например, “0,5/3P”		M
NamVRtg	VSD	номинальное первичное напряжение (UPr), в вольт, например, для значения 300000/sqrt(3) составляет “173000”		M
NamClipRtg	VSD	отношение предела отсечки мгновенного напряжения к номинальному первичному напряжению, умноженному на корень квадратный из двух, например, “2”		M
Обозначения: M = Mandatory — обязательный; O = Optional — дополнительный (необязательный); C = Conditional — условный.				

6.903.9 Атрибут качества

Расчетный атрибут качества (quality) при использовании класса данных SAV должен соответствовать подразделу 7.4.4 стандарта МЭК 61850-7-3:2010, а также соответствовать требованиям настоящего раздела.

Атрибут качества соотносится с качеством значения выборки независимо от какой-либо ошибки в момент времени выборки. Качество синхронизации выборки передается в атрибут SmpSynch, определенный в разделе 6.904.4 ниже. Например, когда в несинхронизированном режиме, где временная погрешность сколь угодно велика, качество выборки все еще может быть хорошим, а значения выборки могут быть подходящими для работы оборудования, которое не чувствительно к разности фаз между этими выборками и выборками от других ИТ.

Качество каждого значения выборки в каждом ASDU должно соответствовать требованиям к его значениям качества в этом ASDU. Например, если канал, который ранее был точным, становится неточным, первое неточное значение должно иметь тот же ASDU, что и его неточный набор атрибутов.

Если качество не обеспечивается, то атрибут validity (атрибут достоверности) должен иметь значение «invalid» (недействителен), а все другие атрибуты, относящиеся к атрибуту качества, должны иметь их значение по умолчанию. Например, когда напряжение на однофазной шине передается в формате с набором данных с 4 TCTR, 4 TVTR, то неиспользуемые фазы должны быть помечены как «invalid» (недействителен).

Если значение первичного параметра находится за пределами уставки, то атрибут validity (атрибут достоверности) должен иметь значение «questionable» (сомнительный), а атрибут outOfRange (за пределами диапазона) должен иметь значение «true» (верный). Этот механизм позволяет подписывающимся приложениям использовать информацию там, где это уместно (например, для регистрации событий или функции времени перегрузки по току).

Атрибут validity (атрибут достоверности) должен быть отмечен, как «questionable» (сомнительный), если атрибут inaccurate (неточный) имеет значение «true» (верный).

Если функция контроля ИТ обнаруживает состояние ошибки (кроме потери синхронизации), указывающее на то, что значения выборки является непригодным, например, при обнаружении внутренней неисправности, то атрибут failure (неисправность) должен иметь значение «true» (верный).

Если функция контроля ИТ обнаруживает состояние ошибки (кроме потери синхронизации), указывающее на то, что значение выборки не соответствует паспортным данным по классу точности из-

мерений, но может быть пригодным к использованию, то атрибут inaccurate (неточный) должен иметь значение «true» (верный).

В устройстве сопряжения значения выборки всегда должно быть наилучшей оценкой первичного значения, несмотря на требования раздела 6.2.2 МЭК 61850-7-3. Приложения подписчиков должны индивидуально выбирать, как использовать значения с меткой «questionable» (сомнительный).

Атрибуты overflow (переполнение), badReference (вредоносная ссылка), oscillatory (колебательный), oldData (старые данные), inconsistent (несогласованный) и operatorBlocked (блокирован оператором) должны иметь значение «false» (некорректный).

Атрибут source (источник) должен иметь значение «process» (процесс).

Атрибут test (тестирование) должен быть установлен в соответствии с МЭК 61850-7-3.

6.903.10 Набор(ы) данных

Наборы данных должны быть определены в соответствии с подразделом 10.1.3.4 МЭК 61850-7-2:2010, а также согласно настоящему подразделу.

Каждое наименование набора данных (DSName) должно быть отформатировано согласно:

PhsMeas*x*

где *x* — это номер выборки набора данных (от 1 до 99). "*x*" должен быть десятичным числом, что делает имя набора данных уникальным в пределах LLN0 и устанавливается изготовителем.

Наименование набора данных PhsMeas1 может использоваться только для набора данных, члены которого представлены по порядку ниже:

InnATCTR1.AmpSv.instMag.i
InnATCTR1.AmpSv.q
InnBTCTR2.AmpSv.instMag.i
InnBTCTR2.AmpSv.q
InnCTCTR3.AmpSv.instMag.i
InnCTCTR3.AmpSv.q
InnNTCTR4.AmpSv.instMag.i
InnNTCTR4.AmpSv.q
UnnATVTR1.VolSv.instMag.i
UnnATVTR1.VolSv.q
UnnBTVTR2.VolSv.instMag.i
UnnBTVTR2.VolSv.q
UnnCTVTR3.VolSv.instMag.i
UnnCTVTR3.VolSv.q
UnnNTVTR4.VolSv.instMag.i
UnnNTVTR4.VolSv.q

Наборы данных должны состоять из атрибутов AmpSv.instMag.i (значение выборки тока) или VolSv.instMag.i (значение выборки напряжения) и атрибутов AmpSv.q или VolSv.q, (атрибуты качества), следующими за ними. Количество выборочных значений тока и количество выборочных значений напряжения должно соответствовать числу трансформаторов, специфицированных через варианты кода в наборе данных.

Все компоненты AmpSv (значения выборки тока) должны предшествовать любым компонентам VolSv (значения выборки напряжения).

По умолчанию, при множественном количестве компонентов для тока и напряжения в общей точке измерения, они должны быть смежными и упорядочены, как: A, AB, B, BC, C, CA, N.

6.903.11 Блок(и) управления многоадресной передачи данных

Блоки управления многоадресной передачи данных должны быть определены в соответствии с подразделом 19.2 МЭК 61850-7-2:2010, а также в соответствии с дальнейшими ограничениями, предусмотренными настоящим подразделом 6.903.11.

Каждое наименование блока управления многоадресной передачи данных (MsvCBName) должно быть отформатировано согласно

MSVCB*xx*,

где *xx* — является номером образца (от 01 до 99) блока управления многоадресной передачи данных. Например, число "*xx*" должно быть десятичным числом, которое задает имя набора данных уникальным в пределах LLN0 и устанавливается изготовителем.

Для обратной совместимости с типовыми изделиями, в данных блоках управления MSVCB01 и MSVCB02, их атрибут SmpMod должен иметь значение ‘0’ (выборок за номинальный цикл). Для всех других значений (от 03 до 99) атрибут SmpMod должен иметь значение ‘1’ (выборок в секунду).

Значение атрибута MsvID должно быть уникальным в пределах подстанции. Рекомендуется, чтобы это поле было коротким для сохранения коммуникационной полосы пропускания (рекомендуется делать его в шестнадцатиразрядном представлении в APPID: 4000 к 7FFF).

Примечание 903 — Некоторые устаревшие устройства ограничивают длину этого поля от 10 до 34 символов.

Атрибут SmpRate должен иметь значение, соответствующее частоте дискретизации в вариантах кодов для блоков управления. Для блоков управления MSVCB01 атрибут SmpRate должен быть равен 80, а для MSVCB02 — 256. Для других блоков управления используется значение непосредственно в коде (за исключением блока управления постоянным током) для частоты 96 кГц, значение выборок которой равно 9600. Использование 9600 выборок за период, включающий номинальную частоту 10 Гц, является обходным путем к максимальному значению, которое может кодировать атрибут SmpRate.

Атрибут OptFlds.refresh-time (время обновления) должен иметь отметку FALSE.

OptFlds.reserved.(зарезервировано) (атрибут OptFlds.samplesynchonised (выборки синхронизированы) по МЭК 61850-9-2:2011) должен иметь отметку TRUE.

Атрибут OptFlds.sample-rate (частота дискретизации) должен иметь отметку FALSE.

Атрибут OptFlds.data-set-name (имя набора данных) должен иметь отметку FALSE.

Атрибут OptFlds.security (безопасность) должен иметь отметку FALSE согласно МЭК 61850-9-2:2011.

Атрибут smpMod не должен присутствовать в сообщении SV-потока.

Атрибут noASDU для блока управления должен иметь значение, соответствующее числу ASDU в соответствующем поле кодов, определенном в подразделе 6.903.2.

6.903.12 Конфигурация устройства сопряжения

В таблице 908 перечислены параметры, которые необходимо настроить.

Таблица 908 — Параметры конфигурации УС

Параметр/величина	Диапазон значений	Дополнения
LDName	xxxxMUnn (xxxxУСnn)	xxxx является конфигурируемым (настраиваемым) именем IED УС согласно подразделу 8.5.3 МЭК 61850-6:2009. MUnn является атрибутом Inst (логического) устройства LDevice согласно подразделу 8.5.3 МЭК 61850-6:2009
MSVCBxx.SvEna	TRUE/FALSE «верный»/«некорректный»	Вводится повторно для каждого внедренного MSVCB
MSVCBxx.MsvID	см. дополнения	Должен быть уникален в пределах подстанции. Рекомендуется, чтобы это поле было коротким; устанавливается в соответствии с шестнадцатеричным представлением APPID. Примечание — Некоторые устаревшие устройства ограничивают длину этого поля до 10 ... 34 символов
DstAddress		
Addr	см. комментарии	Если DstAddress является многоадресным MUlticast, адрес представляет собой 01-0C-CD-04-xx-xx, где xx-xx является конфигурируемым (настраиваемым) параметром. Если DstAddress является одноадресным, то этим адресом должен быть Ethernet адрес абонента SV-потока
PRIORITY	0…7	
VID	0…4095	
APPID	0x4000…0x7FFF	Значение 0x4000 является значением по умолчанию, указывающим на отсутствие конфигурирования. Настоятельно рекомендуется иметь уникальный, исходный код SV APPID идентификатор в пределах системы, для того, чтобы обеспечить фильтрование канального уровня. Конфигурация APPID приложения должна обеспечиваться конфигурацией сети

6.903.13 Нормированные классы соответствия

6.903.13.1 Общие положения

Стандарты серии МЭК 61850 определяют большой набор коммуникационных моделей и услуг связи. Не все они используются в УС. Многие из них поддерживают дополнительные функции такие, как конфигурирование (настройка) УС и наблюдение за его работой.

Примечание 904 Коммуникационные услуги используются для того, чтобы получать доступ и обмениваться информацией, содержащейся в логических узлах цепи коммуникационной сети, согласно серии стандартов МЭК 61850.

Таким образом, не все модели или услуги, определенные в серии МЭК 61850, должны быть реализованы во всех УС. Услуги, которые требуются, должны быть определены с позиции классов соответствия согласно настоящему подразделу 6.903.13.1. Классы соответствия определяются с помощью применения абстрактного интерфейса службы связи (ACSI), указанного в подразделах 6.903.13.2—6.903.13.6, которые, в свою очередь, основаны на разделе приложение А стандарта МЭК 61850-7-2:2010.

Классы соответствия могут быть определены следующим образом:

- класс a: минимальный набор услуг (сервисов), требуемых (необходимых) для передачи данных с помощью УС с использованием выборочных значений;
- класс b: класс a плюс минимальный набор услуг (сервисов), требуемых (необходимых) для поддержки сообщений, поддерживаемых протоколом GOOSE;
- класс c: класс b плюс выполнение требований МЭК 61850 к последовательной информационной модели с возможностью самоописания;
- класс d: класс c плюс услуги (сервисы) для передачи файлов и/или одного или более небуфферизованных сообщений, а также буферизованное сообщение, или запись событий.

Примечание 905 — Описание коммуникационных услуг в серии стандартов МЭК 61850 показывает, каким образом применять абстрактное моделирование техники (абстрактный интерфейс услуг связи или ACSI). Определение абстрактных моделей представляет собой описание сервисного обеспечения на верхнем уровне. Более низкие уровни, для которых определяется абстрактный уровень, описаны в карте сервиса связи (SCSM).

Примечание 906 — Описание логических узлов и услуг в серии стандартов МЭК 61850 показывает, каким образом получать доступную информацию об информационной модели и услугах, которые воздействуют на информационные модели, то есть непосредственно на самих себя. Эту способность называют самоописанием.

Примечание 907 — Трансфертный файл (Передача файлов) может быть использован(а) для передачи через коммуникационную сеть такой информации, как информация о конфигурации.

Примечание 908 — Регистрация и отчетность являются средствами связи в рамках серии стандартов МЭК 61850, которые могут использоваться для передачи, например, последовательности событий от УС к автоматизированному рабочему интерфейсу с целью технического обслуживания подстанции.

6.903.13.2 Основные параметры подтверждения соответствия ACSI

Основные параметры подтверждения соответствия должны быть такими, как представлено в таблице 909.

Таблица 909 — Основные параметры подтверждения соответствия

		Классы соответствия			
		a	b	c	d
Client-server roles (роли клиент-сервер)					
B11	Server side (of TWO-PARTY-APPLICATIONASSOCIATION)	—	—	M	M
B12	Client side (of TWO-PARTY-APPLICATIONASSOCIATION)	—	—	—	—
SCSMs supported (поддерживается специфическое отображение сервиса связи)					
B21	SCSM: МЭК 61850-8-1 used (применяется МЭК)	—	C1	M1	M1
B22		—	—	—	—
B23	SCSM: МЭК 61850-9-2 used (применяется МЭК)	M	M	M	M
B24	SCSM: other (другое)	—	—	—	—

Окончание таблицы 909

		Классы соответствия			
		a	b	c	d
Generic substation event model (Общая модель событий подстанции) (GSE)					
B31	Publisher side (сторона издателя)	—	M	M	M
B32	Subscriber side (сторона абонента сети/пользователя/подписчика)	—	O	O	O
Transmission of sampled value model (Модель передачи выборочных значений/значений выборки) (SVC)					
B41	Publisher side (сторона издателя)	M	M	M	M
B42	Subscriber side (сторона абонента сети/пользователя/подписчика)	O	O	O	O
Обозначения: M = Mandatory — обязательный; O = Optional — дополнительный (необязательный); C1 = SCSM в отношении протокола GOOSE является обязательным; M1 — SCSM: Требования стандарта МЭК 61850-8-1, за исключением требований к модели синхронизации времени (SNTP), являются обязательными. Временная синхронизация SCSM должна быть такой, как нормировано в подразделе 6.904.					

6.903.13.3 Подтверждение соответствия моделей ACSI

Подтверждение соответствия моделей ACSI должно быть таким, как представлено в таблице 910.

Таблица 910 — Подтверждение соответствия моделей ACSI

Model (модель)		Классы соответствия			
		a	b	c	d
M1	Logical device (Логическое устройство)	—	—	M	M
M2	Logical node (Логический узел)	—	—	M	M
M3	Data (Данные)	—	—	M	M
M4	Data set (Набор данных)	—	—	M	M
M5	Substitution (замещение/замена)	—	—	O	O
M6	Setting group control (Настройка группового управления)	—	—	O	O
Reporting (отчет)					
M7	Буферизованное сообщение или запись событий	—	—	—	M
M7-1	sequence-number (порядковый номер)	—	—	—	M
M7-2	report-time-stamp (отчет об отметке времени)	—	—	—	M
M7-3	reason-for-inclusion (основание для включения)	—	—	—	M
M7-4	data-set-name (имя набора данных)	—	—	—	M
M7-5	data-reference (ссылка на данные)	—	—	—	M
M7-6	buffer-overflow (переполнение буфера)	—	—	—	M
M7-7	entryID	—	—	—	M
M7-8	BufTim	—	—	—	M
M7-9	IntgPd	—	—	—	M
M7-10	GI	—	—	—	M
M7-11	conf-revision	—	—	—	M

Окончание таблицы 910

Model (модель)		Классы соответствия			
		a	b	c	d
M8	Небуфферизованное сообщение или запись событий	—	—	—	M
M8-1	sequence-number (порядковый номер)	—	—	—	M
M8-2	report-time-stamp (отчет об отметке времени)	—	—	—	M
M8-3	reason-for-inclusion (основание для включения)	—	—	—	M
M8-4	data-set-name (имя набора данных)	—	—	—	M
M8-5	data-reference (ссылка на данные)	—	—	—	M
M8-6	BufTim	—	—	—	M
M8-7	IntgPd	—	—	—	M
M8-8	GI	—	—	—	M
M8-9	conf-revision	—	—	—	M
Logging (регистрация)					
M9	Log control (управление журналом) (LCB)	—	—	—	O
M9-1	IntgPd	—	—	—	O
M10	Log	—	—	—	O
Control (контроль/управление)					
M11	Control	—	—	O	O
GSE					
M12	GOOSE	—	M	M	M
M13	GSSE	—	—	—	—
SVC					
M14	MUlticast SVC (многоадресная передача)	M	M	M	M
M15	Unicast SVC (одноадресная передача)	O	O	O	O
Miscellaneous (прочее)					
M16	Time (время)	M	M	M	M
M17	File Transfer (трансфертный файл (передача файлов))	—	—	O	M
Обозначения: M = Mandatory — обязательный; O = Optional — дополнительный (необязательный).					

6.903.13.4 Подтверждение соответствия ACSI сервиса

Подтверждение соответствия ACSI сервиса должно быть таким, как представлено в таблице 911 (в зависимости от использования либо таблицы 909, либо таблицы 910).

Таблица 911 — Подтверждение соответствия ACSI сервиса

Services (сервисы/услуги)		Классы соответствия			
		a	b	c	d
Server (МЭК 61850-7-2:2010 раздел 7)					
S1	ServerDirectory (директория сервера)	—	—	M	M

Продолжение таблицы 911

Services (сервисы/услуги)		Классы соответствия			
		a	b	c	d
Application association (ассоциация приложений) (МЭК 61850-7-2:2010 раздел 8)					
S2	Associate (ассоциировать/связать)	—	—	M	M
S3	Abort (отменить)	—	—	M	M
S4	Release (опубликовать)	—	—	M	M
Logical device (Логическое устройство) (МЭК 61850-7-2:2010 раздел 9)					
S5	LogicalDeviceDirectory	—	—	M	M
Logical node (Логический узел) (МЭК 61850-7-2:2010 раздел 10)					
S6	GetLogicalNodeDirectory	—	—	M	M
S7	GetAllDataValues	—	—	M	M
Data object (Объект данных) (МЭК 61850-7-2:2010 раздел 11)					
S8	GetDataValues	—	—	M	M
S9	SetDataValues	—	—	O	O
S10	GetDataDirectory	—	—	M	M
S11	GetDataDefinition	—	—	M	M
Data set (Набор данных) (МЭК 61850-7-2:2010 раздел 13)					
S12	GetDataSetValues	—	—	M	M
S13	SetDataSetValues	—	—	O	O
S14	CreateDataSet	—	—	O	O
S15	DeleteDataSet	—	—	O	O
S16	GetDataSetDirectory	—	—	M	M
Setting group control (Настройка управления группой) (МЭК 61850-7-2:2010 раздел 16)					
S18	SelectActiveSG	—	—	O	O
S19	SelectEditSG	—	—	O	O
S20	SetEditSGValue	—	—	O	O
S21	ConfirmEditSGValues	—	—	O	O
S22	SetEditSGValue	—	—	O	O
S23	GetSGCBValues	—	—	O	O
Reporting (МЭК 61850-7-2:2010 раздел 17)					
Buffered report control block (блок буфферизированных сообщений или записей событий) (BRCB)					
S24	Report	—	—	C4	C4
S24-1	data-change (dchg)	—	—	O	O
S24-2	q-change (qchg)	—	—	O	O
S24-3	data-update (dupd)	—	—	O	O
S25	GetBRCBValues	—	—	C4	C4
S26	SetBRCBValues	—	—	O	O
Unbuffered report control block (блок небуфферизированных сообщений или записей событий) (URCB)					
S27	Report	—	—	C5	C5

Продолжение таблицы 911

Services (сервисы/услуги)		Классы соответствия			
		a	b	c	d
S27-1	data-change (dchg)	—	—	O	O
S27-2	q-change (qchg)	—	—	O	O
S27-3	data-update (dupd)	—	—	O	O
S28	GetURCBValues	—	—	C5	C5
S29	SetURCBValues	—	—	O	O
Logging (МЭК 61850-7-2:2010, раздел 17)					
Log control block					
S30	GetLCBValues	—	—	C6	C6
S31	SetLCBValues	—	—	O	O
Log					
S32	QueryLogByTime	—	—	C6	C6
S33	QueryLogAfter	—	—	C6	C6
S34	GetLogStatusValues	—	—	C6	C6
Обозначения: C4 — (Mandatory) обязательно, если поддерживается M8 (буфферизированные отчеты); C5 — (Mandatory) обязательно, если поддерживается M7 (небуфферизированные отчеты); C6 — (Mandatory) обязательно, если поддерживается M9 (регистрация).					
Generic substation event model (GSE) (универсальная модель событий на подстанции)					
GOOSE (МЭК 61850-7-2:2010, раздел 18)					
S35	SendGOOSEMessage	—	M	M	M
S36	GetGoReference	—	—	O	O
S37	GetGOOSEElementNumber	—	—	O	O
S38	GetGoCBValues	—	—	O	O
S39	SetGoCBValues	—	—	O	O
GSSE (МЭК 61850-7-2:2010 раздел 18)					
S40	SendGSSEMessage	—	—	—	—
S41	GetGsReference	—	—	—	—
S42	GetGSSEElementNumber	—	—	—	—
S43	GetGsCBValues	—	—	—	—
S44	SetGsCBValues	—	—	—	—
Transmission of sampled value model (SVC) (модель передачи значений выборки) (МЭК 61850-7-2:2010, раздел 19)					
MUlticast SVC					
S45	SendMSVMessage	M	M	M	M
S46	GetMSVCBValues	—	—	O	O
S47	SetMSVCBValues	—	—	O	O
Unicast SVC					
S48	SendUSVMessage	O	O	O	O
S49	GetUSVCBValues	—	—	O	O

Окончание таблицы 911

Services (сервисы/услуги)		Классы соответствия			
		a	b	c	d
S50	SetUSVCBValues	—	—	O	O
Control (управление) (МЭК 61850-7-2:2010, раздел 20)					
S51	Select	—	—	O	O
S52	SelectWithValue	—	—	O	O
S53	Cancel	—	—	O	O
S54	Operate	—	—	M	M
S55	Command-Terminate	—	—	O	O
S56	TimeActivated-Operate	—	—	O	O
File transfer (передача файлов) (МЭК 61850-7-2:2010, раздел 23)					
S57	GetFile	—	—	—	M
S58	SetFile	—	—	—	O
S59	DeleteFile	—	—	—	O
S60	GetFileAttributeValues	—	—	—	M
Обозначения: M = Mandatory — обязательный; O = Optional — дополнительный (необязательный).					

6.903.13.5 Подтверждение соответствия А-профиля

Подтверждение соответствия А-профиля должно быть таким, как представлено в таблице 912.

Таблица 912 — PICS для А-профиля

Services (сервисы/услуги)		Классы соответствия			
		a	b	c	D
A1	Client/Server A-Profile по МЭК 61850-8-1:2011 раздел 6.2.2 и МЭК 1850-9-2:2011 подраздел 5.2.2	—	—	M	M
A2	GOOSE/GSE management A-Profile по МЭК 61850-8-1:2011 подраздел 6.3.2	—	M	M	M
A3	GOOSE A-Profile по МЭК 61850-8-1:2011 подраздел 6.3.2	—	M	M	M
A4	TimeSync A-Profile по МЭК 61850-8-1:2011 подраздел 6.4.2	N1	N1	N1	N1
A5	Security for Client/server A-Profile	—	—	—	—
A6	Security for GOOSE/GSE management A-Profile	—	—	—	—
A7	SV A-Profile по МЭК 61850-9-2:2011 подраздел 5.3.2	M	M	M	M
Обозначения: M = Mandatory — обязательный; N1 = Требования к синхронизации времени должны соответствовать требованиям подраздела 6.904. Требования к синхронизации времени (SNTP) являются дополнительными к требованиям настоящего стандарта.					

6.903.13.6 Подтверждение соответствия Т-профиля

Подтверждение соответствия Т-профиля должно быть таким, как представлено в таблице 913.

Таблица 913 — PICS для T-профиля

Services (сервисы/услуги)		Классы соответствия			
		a	b	c	d
T1	TCP/IP T-Profile по МЭК 61850-8-1:2011, подраздел 6.2.2 и МЭК 61850-9-2:2011, подраздел 5.2.3	—	—	M	M
T2	SV T-Profile по МЭК 61850-9-2:2011, подраздел 5.3.3	M	M	M	M
T3	GOOSE T-Profile по МЭК 61850-8-1:2011, подраздел 6.3.3	—	M	M	M
T4	GSSE T-Profile	—	—	—	—
T5	TimeSync T-Profile по МЭК 61850-8-1:2011, подраздел 6.4.3	—	—	O	O
Обозначения: M = Mandatory — обязательный; O = Optional — дополнительный (необязательный).					

6.904 Синхронизация

6.904.1 Общие положения

Способность ИТ с цифровым выходом соответствовать опубликованным характеристикам точности зависит от синхронизации времени. УС должно принимать внешний сигнал синхронизации, а также иметь возможность синхронизироваться с другими УС и внешним эталоном времени. Предпочтительный метод синхронизации — протокол Precision Time Protocol, нормированный в МЭК 61588, ред. 2.0: (PTP также известен, как 1588) с набором профилей, нормированным в IEC/IEEE 61850-9-3.

Вместо PTP (или, как дополнительная альтернатива) в УС для правильного его применения также может быть использован вход синхронизации 1PPS (один импульс в секунду), который нормирован настоящим стандартом. В любом случае, точность временного сигнала (средняя погрешность абсолютного времени) для характеристики точности должна соответствовать ±1 мкс.

Угол фазового сдвига будет ухудшаться в зависимости от степени отклонения времени от этого значения. В таблице 3 стандарта МЭК 61850-5:2013 содержатся требования к применимым классам синхронизации времени (обычно классы T4 и T5 для синхронизированной выборки).

УС должно включать в себя внутренние часы, которые синхронизируются посредством сигнала синхронизации. Счетчик выборок (SmpCnt) должен быть использован для того, чтобы идентифицировать выборки в границах представленной секунды и кодировать время выборок. Счетчик выборок накапливает число выборок от нуля до номинального числа выборок в секунду минус один, затем цикл повторяется. Время выборки — это такой момент времени, когда доля секунды внутренних часов равна подсчету счетчика выборок, разделенному на номинальную частоту дискретизации. Это означает, что при синхронизации счетчик выборок должен иметь нулевое значение в начале секундной отметки.

Поле счетчика выборок SmpCnt, нормированное в подразделе 8.5.2 стандарта МЭК 61850-9-2:2011, представляет собой шестнадцатиразрядное целое число без знака (INT16U), представляющее значения от 0 до 65535. При использовании для высокочастотного управления постоянным током с частотой дискретизации 96 кГц поле счетчика выборок естественным образом обнуляется (отсчет начинается снова с нуля), 65536 выборок после начала секундной отметки; и продолжает отсчет до: 30463 (96000 – 65536 − 1 = 30463), правильное представление нижнего 16-битного внутреннего 17-битного представления счетчика. Подраздел 6.904.7 содержи дополнения, регулирующие поведение SmpCnt во время корректировки времени.

6.904.2 Протокол синхронизации точного времени

Этот раздел распространяется только на УС, требующие синхронизации по протоколу Precision Time Protocol (PTP, или 1588).

Порты УС, используемые для передачи выборочных значений, должны соответствовать стандарту МЭК/IEEE 61850-9-3.

Сигнал синхронизации, полученный от PTP класса часов (PTP clockClass) 6 или 7, имеющий прослеживаемость к часам глобальной синхронизации времени. Сигнал синхронизации, полученный от часов любого другого класса, должен считаться полученным от часов местной синхронизации времени.

6.904.3 1PPS синхронизация

Этот раздел применяют только к устройствам синхронизации, требующим синхронизацию 1PPS.

УС должны принимать 1PPS сигнал на специальный входной порт синхронизации со следующими характеристиками:

Тип сигнала . . . . . оптический с индексом 62,5/125 μm
Тактовая частота . . . . . один импульс в секунду
Изменение секунды . . . . . на нарастании фронта импульса
Продолжительность импульса th. . . . . от 10 мкс до 500 мс
Нарастание и спад фронта, 10—90 % . . . . . не более 200 нс
Джиттер . . . . . ±2 мкс максимум
Длина оптической волны . . . . . от 820 нм до 860 нм
Максимальная получаемая энергия . . . . . –12 dBm (при высоком уровне)
Минимальная получаемая энергия. . . . . –24 dBm (при высоком уровне)
Разъем. . . . . BFOC/2,5 (рекомендуемый)

Дополнительно, УС может компенсировать временные задержки передачи в сети посредством применения пользовательских конфигурируемых настроек 1PPS сигнала.

На рисунке 909 графически представлена форма сигнала 1PPS.

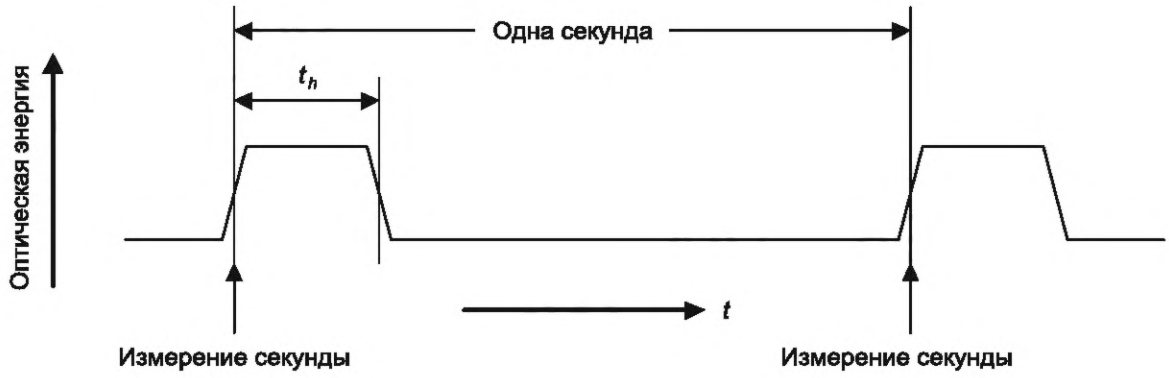


Рисунок 909 — Форма сигнала 1PPS на входе синхронизации УС

Сигнал 1PPS не содержит информации о часах, которые являются источником сигнала синхронизации. Поэтому его всегда следует интерпретировать как часы глобальной синхронизации времени. Это позволяет использовать вновь изготовленные УС в устаревших моделях, изготовленных в соответствии с документом Группы пользователей UCA «Руководство для использования цифрового интерфейса измерительных трансформаторов согласно МЭК 61850-9-2» с использованием стандарта МЭК 61850-9-2. Использование устаревших УС (режим 1PPS) в новых системах, изготовленных в соответствии с этим стандартом, необходимо анализировать в каждом конкретном случае.

6.904.4 Атрибуты сообщения выборок SmpSynch

Технологии, которые чувствительны к разнице фазового угла между различными УС, требуют, чтобы значения выборки от УС были синхронизированы друг с другом. Такими технологиями могут являться защита, управление, измерение, а также синхрофазоры. Значения выборки синхронизированы друг с другом, если каждая синхронизирована с одним и тем же устройством тактовых или синхронизирующих импульсов. Атрибут SmpSynch определяется в таблице 14 стандарта МЭК 61850-9-2:2011 и предоставляет информацию об источнике синхроимпульсов, используемом для того, чтобы помочь приемникам выборочных значений определить, синхронизированы ли значения выборки друг с другом.

Когда значения выборки синхронизированы с глобальным временем до степени, подтверждающей требуемый предел фазовой погрешности определенного класса точности для измерения, то значение атрибута «SmpSynch» в сообщениях SV-потока будет 2. Глобальное время является источником, который обеспечивает время, прослеживаемое в лабораториях международных эталонов времени, и которые формируют основу шкалы времени Международного атомного времени (TAI) и Универсального Скоординированного Времени (UTC). Примерами являются Системы Глобального Позиционирования (GPS), NTP и сервер времени Национального Института Стандартов и Технологии (NIST). Все значения выборки, синхронизированные от одного из перечисленных выше источников синхронизации мирового времени, также синхронизированы и друг с другом.

Когда значения выборки синхронизированы по местному времени, обеспечивая требуемый предел фазовой погрешности заданного класса точности для измерения, то значение атрибута «SmpSynch» в сообщениях SV-потока должно иметь уникальный идентификатор местного времени, если оно известно, или 1, если идентификатор не известен. Например, вход 1PPS не включает уникального идентификатора местного времени, и поэтому определенные значения часов местного времени вообще неизвестны. Часы местного времени являются источником синхронизации, который снабжает оборудование корректным временем дискредитации, но у которого может быть временной сдвиг по сравнению с глобальным временем и другими часовыми поясами. Уникальный идентификатор специфического местного времени может быть от 5 до 254. Все значения выборки, синхронизированные с одними и теми же часами местного времени, также синхронизированы и друг с другом, но не могут быть синхронизированы с выборочными значениями, синхронизированными с другими источниками времени. Значение кода местного времени (SmpSynch == 1) зависит от конструкции распределительной сети для синхронизации времени. В некоторых случаях, конструкция распределительной сети для синхронизации времени гарантирует, что ряд УС может синхронизироваться только от одних и тех же часов местного времени, и при этом они являются синхронизированными друг с другом. В других случаях, конструкция сети для синхронизации времени позволяет различным УС использовать время различных часов местного времени, в этом случае они не могут быть синхронизированными. УС могут дополнительно иметь возможность установки специфического уникального идентификатора часов локального времени и для того, чтобы использовать этот идентификатор, внешний сигнал времени не требуется.

Если значения выборки не синхронизированы с мировым или местным временем, обеспечивая требуемый предел фазовой погрешности заданного класса точности для измерения, то значение атрибута «SmpSynch» в сообщениях SV-потока должно быть равно 0.

УС может быть не синхронизирован в связи с:

- отсутствием сигнала синхронизации;
- прерыванием сигнала синхронизации и использованием УС, работающего за пределами установленной для него продолжительности режима удержания;
- блокировкой сигнала синхронизации;
- другими условиями, которые приводят к выборкам, которые не синхронизированы с внешним временем до степени, подтверждающей требуемый предел фазовой погрешности определенного класса точности для измерения.

6.904.5 Режим удержания (синхронизации)

Когда сигнал внешней синхронизации потерян, УС должно войти в режим удержания. В течение периода удержания УС должно продолжать посылать выборки, поддерживая синхронизацию выборок, необходимую для заданного класса точности для измерения. В режиме удержания, атрибут «SmpSynch» в сообщениях SV-потока должен оставаться неизменным, а атрибут «SmpCnt» в сообщениях SV-потока должен увеличиваться и возобновляться (начинать отсчет снова с нуля), как будто присутствует сигнал синхронизации.

Минимальная продолжительность режима удержания при локальной синхронизации составляет 5 секунд при стабильных температурных условиях.

Когда сигнал синхронизации возобновляется после режима удержания при локальной синхронизации, значения выборки сообщений должны продолжиться, как будто сигнал синхронизации был непрерывен.

6.904.6 Несинхронизированный режим

Когда устройство сопряжения находится в не синхронизированном состоянии (т. е. изолированном режиме), то значения выборки должны быть отправлены с частотой дискретизации, максимальное отклонение которой от номинального уровня не более, чем ±100 ppm.

При несинхронизированном режиме, атрибут «SmpSynch» в сообщениях SV-потока должен быть нулевым, и атрибут «SmpCnt» в сообщениях SV-потока должен увеличиваться и возобновляться (начинать отсчет снова с нуля), как будто присутствует сигнал синхронизации.

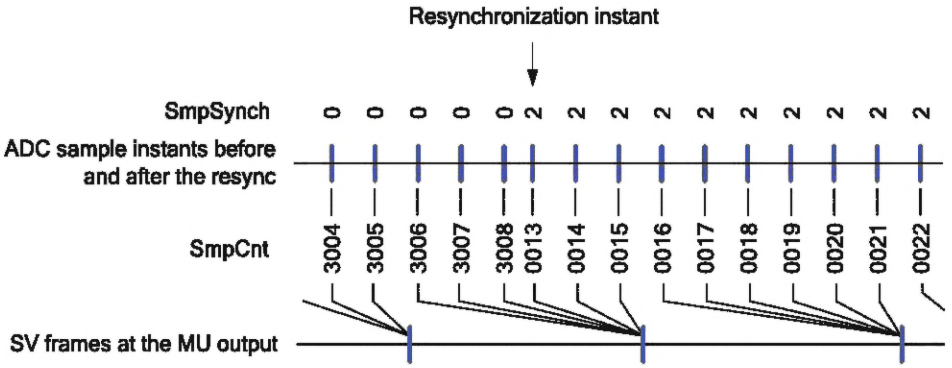
Независимо от того, синхронизировано ли УС с источником внешнего времени или нет, все значения выборки УС должны быть синхронизированы друг с другом.

6.904.7 Настройки времени

Когда сигнал синхронизации восстановлен после прерывания, если передача данных происходит между различными внешними источниками синхронизации времени, и когда внешний источник выполняет настройку времени, то может произойти сдвиг между временем, зарегистрированным перед

сбоем, и временем, зарегистрированным после этого сбоя. В этом случае для регулировки времени УС требуются внутренние часы, которые контролируют время выборок.

Настройка времени должна быть выполнена следующим образом. Сэмплирование должно измениться со старого на новое время в промежутке между последовательными выборками. Интервал дискретизации во время скачков не должен превышать номинальный интервал более, чем в полтора раза и быть не короче половины номинального интервала. SmpCnt является прерывистым во время скачка при настройке времени больше, чем учитывается нештатным интервалом дискретизации, но он всегда непрерывный для выборок непосредственно до настройки и непрерывный для выборок непосредственно после настройки, как представлено на рисунке 910.



Обозначения:
Resynchronization instant — момент повторной синхронизации;
ADC sample instants before and after the resync — мгновения выборки АЦП до и после повторной синхронизации;
SV frames at the MU output — SV-поток на выходе УС

Рисунок 910 — Пример настройки времени (на примере 6 ASDU)

Значения SmpCnt и SmpSynch в ASDU должны во всех случаях соответствовать шкале времени и источнику синхронизации, используемому для выборок в этом ASDU. В частности, выборка, следующая после скачка, должна иметь настроенные значения как для SmpCnt, так и для SmpSynch.

Приложения, использующие данные значения выборки, во время изменения состояния синхронизации (переход от несинхронизированного к синхронизированному) подстраиваются непосредственно к этой передаче. Настройки времени более половины номинального интервала, вызывают нарушение непрерывности в SmpCnt и изменение в SmpSynch.

В заявлении о соответствии, изготовитель должен установить в протоколе утверждения дополнительную информацию для тестирования (испытания) (PIXIT — protocol implementation extra information for testing) максимальное время, необходимое для достижения синхронизации при включении и повторной синхронизации УС.

7 Испытания

7.2 Типовые испытания

7.2.6 Испытание на точность

В настоящем стандарте применяют требования подраздела 7.2.6 стандарта МЭК 61869-6 применяется со следующим дополнением:

Приложение 9D снабжено типовой схемой для проведения испытаний на соответствие классу точности ИТ с цифровым выходом.

Для классов защиты, испытания на соответствие классу точности могут быть выполнены за один период сигнала промышленной частоты, например, за 20 мс для системы с частотой 50 Гц.

Для классов измерения, испытания на соответствие классу точности могут быть выполнены на нескольких циклах промышленной частоты или циклы нескольких измерений могут быть усреднены. Если сравнение проводится не за один период сигнала промышленной частоты, то детали испытательного

устройства, временные параметры и/или полоса пропускания испытательной системы должны быть представлены в отчете об испытаниях на соответствие классу точности.

7.2.901 Испытание на соответствие цифрового выхода

В настоящем стандарте применяют требования стандарта МЭК 61850-10:2012 раздела 6 — для подтверждения соответствия, и раздела 8 — требования к эксплуатационным испытаниям.

7.2.902 Испытание на максимальное время задержки цифровой обработки данных

Соответствие максимального времени задержки цифровой обработки данных (согласно подразделу 6.902.2) указанному пределу, должно быть проверено, измерением времени задержки отдельных выборочных значений кадров, которые представлены на цифровом выходе УС.

Так как требования к частоте и отклику фазы, определенные в подразделах 5.6 и 6.902.1, образуют часть точностной спецификации УС, можно предположить, что время кодирования в пределах каждого значения выборки в сообщении, в достаточной мере соответствует точке выборки на первичном вводе или в случае применения АУС, на его входе.

Максимальное время задержки цифровой обработки данных может быть измерено определением разницы между моментом сообщения о временной отметке точки, отображенной на выходе УС, и временем выборки, представленным областью SmpCnt в пределах сообщения.

Испытание должно проводиться в течение не менее 1 минуты. Неопределенность измерения времени должна быть меньше разности между верхним пределом максимального времени задержки цифровой обработки данных, нормированным подразделом 6.902.2, и максимальным измеренным значением времени задержки.

Для выборочных значений в сообщениях, включающих множество выборок (NoASDU>1), измерение максимальной временной задержки должно быть выполнено относительно первого (самого старого) SmpCnt поля.

Примечание 909 — Для проведения данного испытания не требуется никаких аналоговых сигналов (по напряжению, либо по току).

Этот метод требует внешней синхронизации времени. Точно такой же источник синхронизации времени, который синхронизирует УС, используется при измерении времени выходного значения выборки в кадре. SmpCnt поле кодируется как дробная часть текущей (представленной) секунды, следующим образом:

$$S_t = SmpCnt/f_S,$$

где S_t — время выборки;

f_S — номинальное количество выборок в секунду (пример: *SmpCnt* = 0x0000 соответствует началу секунды).

Для частоты 96 кГц уравнение имеет следующий вид:

$$St = \begin{cases} StpCnt/f_S & \text{после начала секунды} \\ (StpCnt + 65536)/f_S & \text{после превышения } SmpCnt \end{cases}.$$

Примечание 910 — Приведенное выше уравнение учитывает тот факт, что превышение SmpCnt происходит, достигая нуля дважды за одну секунду. SmpCnt переход от 30463 к нулю означает реальное начало секунды.

Для наблюдения за переходом из режима удержания в несинхронизированный режим проводится следующее испытание:

- начните работу в синхронизированном состоянии; следует выждать время, достаточное для стабилизации устройства;
- отключите вход синхронизации испытуемого устройства;
- наблюдайте за атрибутом SmpSynch и ждите, пока он не изменится на ноль (период удержания);
- проведите испытание максимальной задержки цифровой обработки данных в течение 1 с, начиная с того момента, когда атрибут SmpSynch изменится на ноль;
- убедитесь, что максимальная задержка цифровой обработки данных, измеренная в ходе данного испытания, не изменяется более чем на ± 100 мкс от значения, измеренного в течение 1 мин во время испытания в синхронизированном состоянии.

Это испытание может быть неприменимо для устройств с режимом удержания, превышающим 24 ч. Для таких устройств проведение данного испытания не требуется, и предполагается, что они должны обеспечивать соответствие конструкции.

7.2.903 Испытания на потерю синхронизации

Проверяют при наихудших условиях, что при потере сигнала синхронизации УС продолжает посылать выборки, поддерживая синхронизацию выборок, требуемую для заданного класса точности измерения при декларируемой продолжительности периода удержания. Проверяют, что в течение указанного периода атрибут SmpSynch в сообщениях SV-потока остается неизменным, а атрибут SmpCnt в сообщениях SV-потока увеличивается и возобновляется (начинает отсчет снова с нуля), как в случае присутствия сигнала синхронизации.

До этого проверяют сбои эталонного времени и соответствие требованиям к классам точности измерения, при этом атрибут SmpSynch меняют на ноль.

Проверяют при нормальном режиме потребления электропитания для двух случаев: без присутствия сигнала синхронизации и при прекращении текущего сигнала синхронизации после соответствующего временного интервала для данного УС. При этом, максимальное отклонение частоты дискредитации от номинала должно быть не более, чем ±100 ppm.

Для УС, поддерживающих PTP, проверяют, следует ли SmpSynch за изменениями между часами глобального времени и не менее двух часов локального времени. Проверяют, не изменяются ли настройки времени и соответствуют ли они требованиям настоящего стандарта, когда идет передача данных.

7.2.904 Испытание 1PPS

Для УС, поддерживающих 1PPS, проверьте соответствие джиттера (неустойчивой синхронизации), посредством наблюдения выхода на пределы нормированных допустимых отклонений, при этом SmpSynch оставляют отличным от нуля при номинальном первичном входе и поочередно, для входного сигнала 1PPS, выставляют на 2 мкс раньше и на 2 мкс позже.

Проверяют, что без допустимого сигнала 1PPS, атрибут SmpSynch равен 0.

Проверяют, что при допустимом сигнале 1PPS атрибут SmpSynch равен 2.

Приложение 9А
(справочное)

Динамический диапазон

На рисунках 9А.1 и 9А.2 показано, как INT32 с фиксированным масштабом, определяемом в этом стандарте, может быть использован для получения полного динамического диапазона, требуемого для большинства применяемых энергосистем. Две номограммы иллюстрируют соотношение между динамическим диапазоном, требуемым для различных классов точности ИТ и динамическим диапазоном, предложенным подписываемым 32 битовым целым числом INT32 представления данных.

Значения LSB, нормированные в настоящем стандарте:

- ток: LSB = 1 мА (текущее значение);
- напряжение: LSB = 10 мВ (текущее значение);
- один бит используется со знаком (+ или –).

Требуемый диапазон битов определяют, как показано ниже на примере для измерения тока в соответствии с классом 0.1, а также на примере применения защиты и регистрации помех. Значение LSB выбирается приблизительно в 4 раза меньше, чем минимальное напряжение или допустимая токовая погрешность/чем минимальная допустимая погрешность напряжения или тока.

Пример

Объект с номинальным током 100 А.

100 А (r.m.s – среднеквадратическое) = (соответствует) 141421 мА (пиковое) для идеальных синусоидальных сигналов.

141421 ≅ 2^{17} представляет приближенное числовое выражение для номинального тока объекта в этом примере.

- Максимальная токовая погрешность, допустимая для ЭТТ в соответствии с классом 0,1 для 5 % от номинального значения тока, равняется 0,4 %.

- Допустимая погрешность, при этом, становится 0,0002 $I_{ном}$.

Значение 0,0002/4 равно 0,00005 и в дальнейшем равно 2^{-14}.

- Наибольшее значение тока в пределах точности в этом случае:

65 $I_{ном}$ × 2 = 130 $I_{ном}$. 130 = 2^7.

- Получаем минимальное бинарное пиковое значение:

$2^{17} × 2^{-14} = 2^3$ которое является допустимым, т. к. $2^3 > 2^0$.

- Получаем максимальное бинарное значение:

$2^{17} × 2^7 = 2^{24}$ которое является допустимым, т. к. $2^{24} < 2^{31}$.

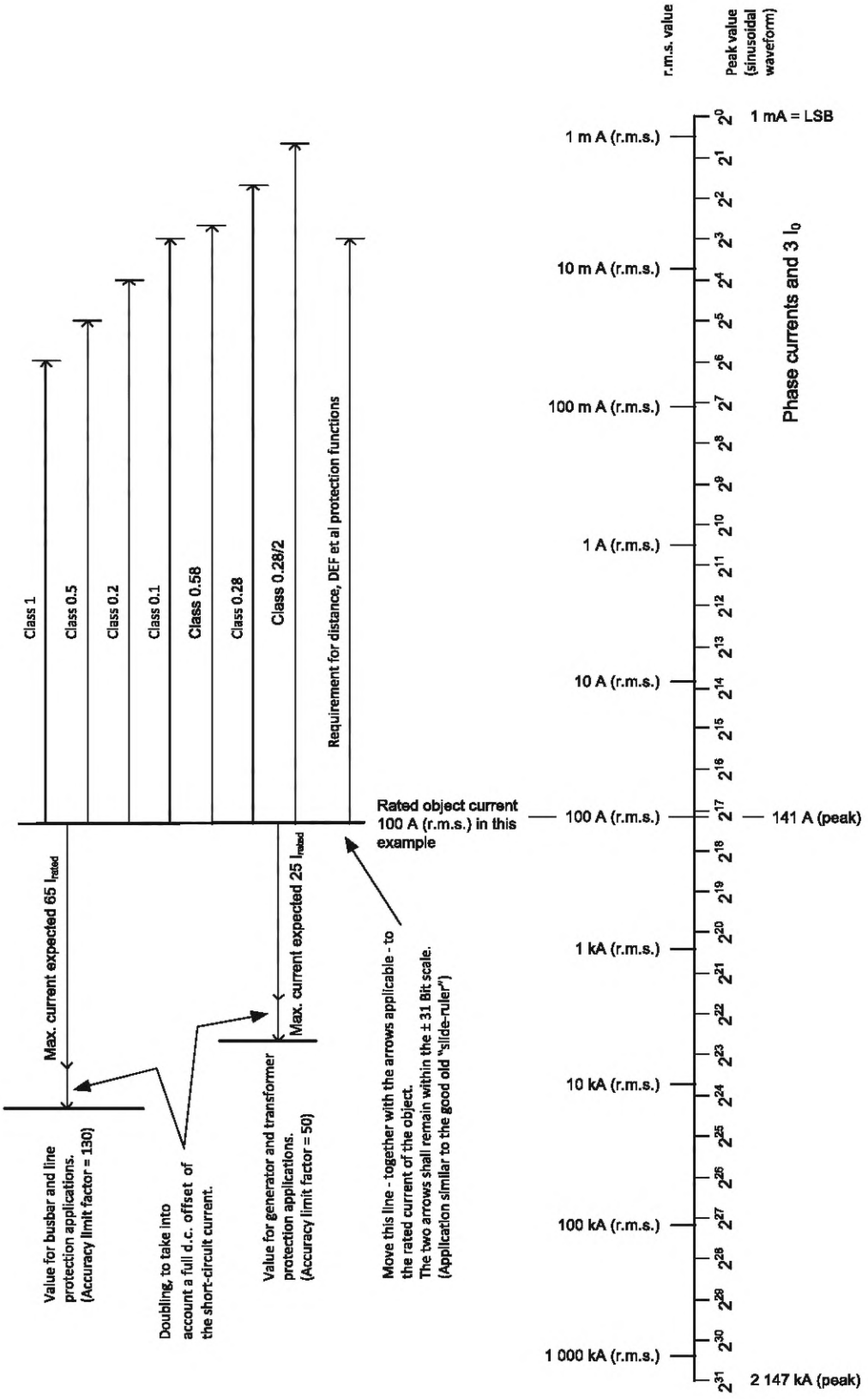


Рисунок 9А.1 — Номограмма для тока

Обозначения:
Value for busbar and line protection applications. (Accuracy limit factor = 130) — Значение для применения в системах защиты шин и линий. (Предельный коэффициент точности = 130);
Doubling, to take into account a full d.c. offset of the short-circuit current. — Дублирование (удвоение), для учета полного сдвига постоянного тока короткого замыкания;
Value for generator and transformer protection applications. (Accuracy limit factor = 50) — Значение для защитных генераторов и трансформаторов. (Предельный коэффициент точности = 50);
Move this line — together with the arrows applicable — to the rated current of the object. The two arrows shall remain within the ± 31 .it scale. (Application similar to the good old "slide-ruler") — Переместите эту линию — вместе с соответствующими стрелками — к номинальному току объекта. Две стрелки должны оставаться в пределах шкалы ± 31 .ит. (Приложение похоже на применяемую ранее "слайд-линейку");
Max. current expected 65 I_{rated} — Максимальный ожидаемый номинальный ток 65 I_{rated};
Max. current expected 25 I_{rated} — Максимальный ожидаемый номинальный ток 25 I_{rated};
Requirement for distance, 59C et al protection functions — Требование к расстоянию, 59С и др. защитным функциям;
Rated object current 100 A (r.m.s.) in this example — Номинальный ток объекта 100 А (среднеквадратическое) в данном примере;
Phase currents and 3 I_0 — фазовые токи и 3 I_0;
Peak value (sinusoidal waveform) — пиковое значение (синусоидальная форма волны);
kA (r.m.s.) — кА (среднеквадратическое).

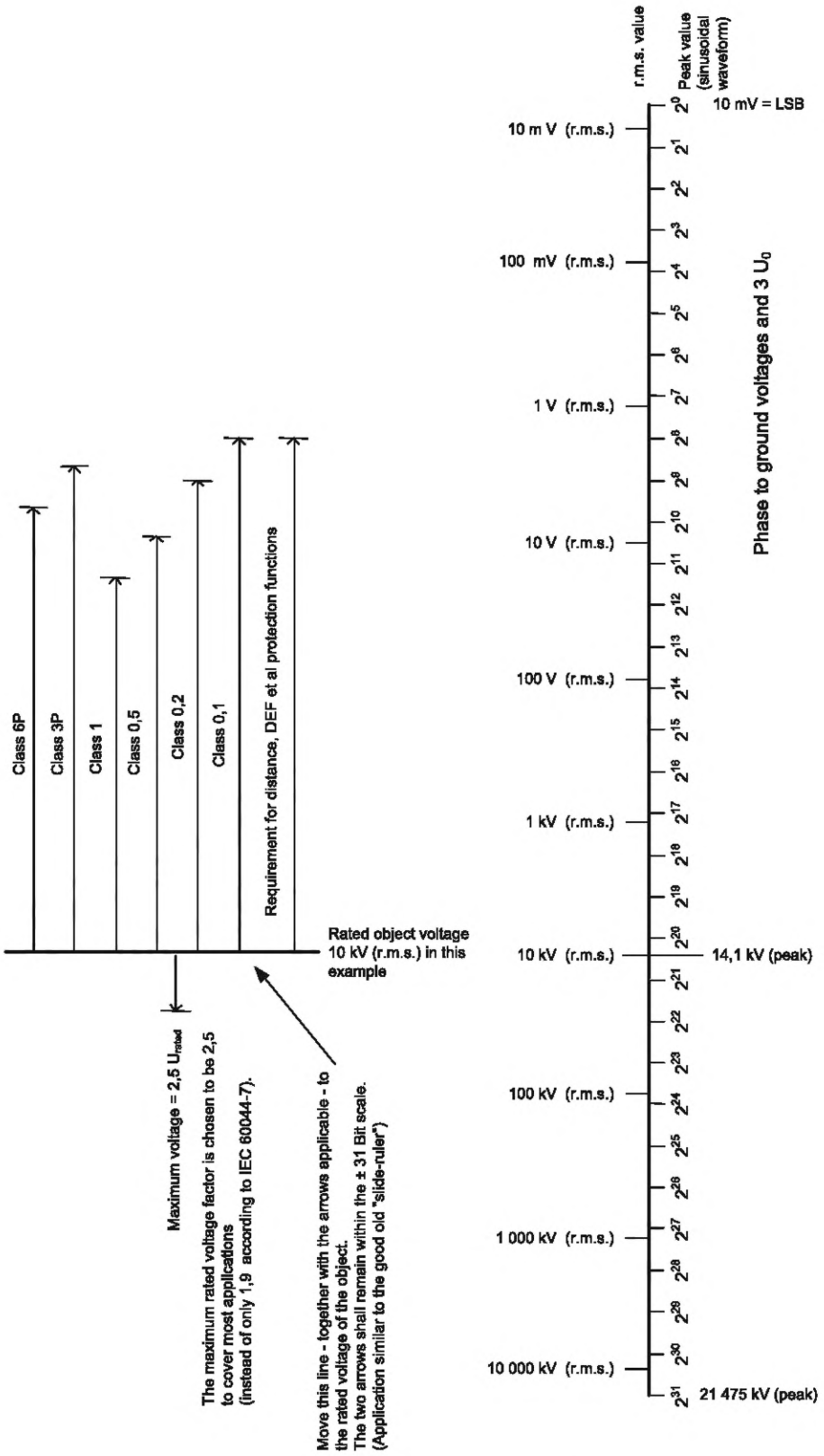


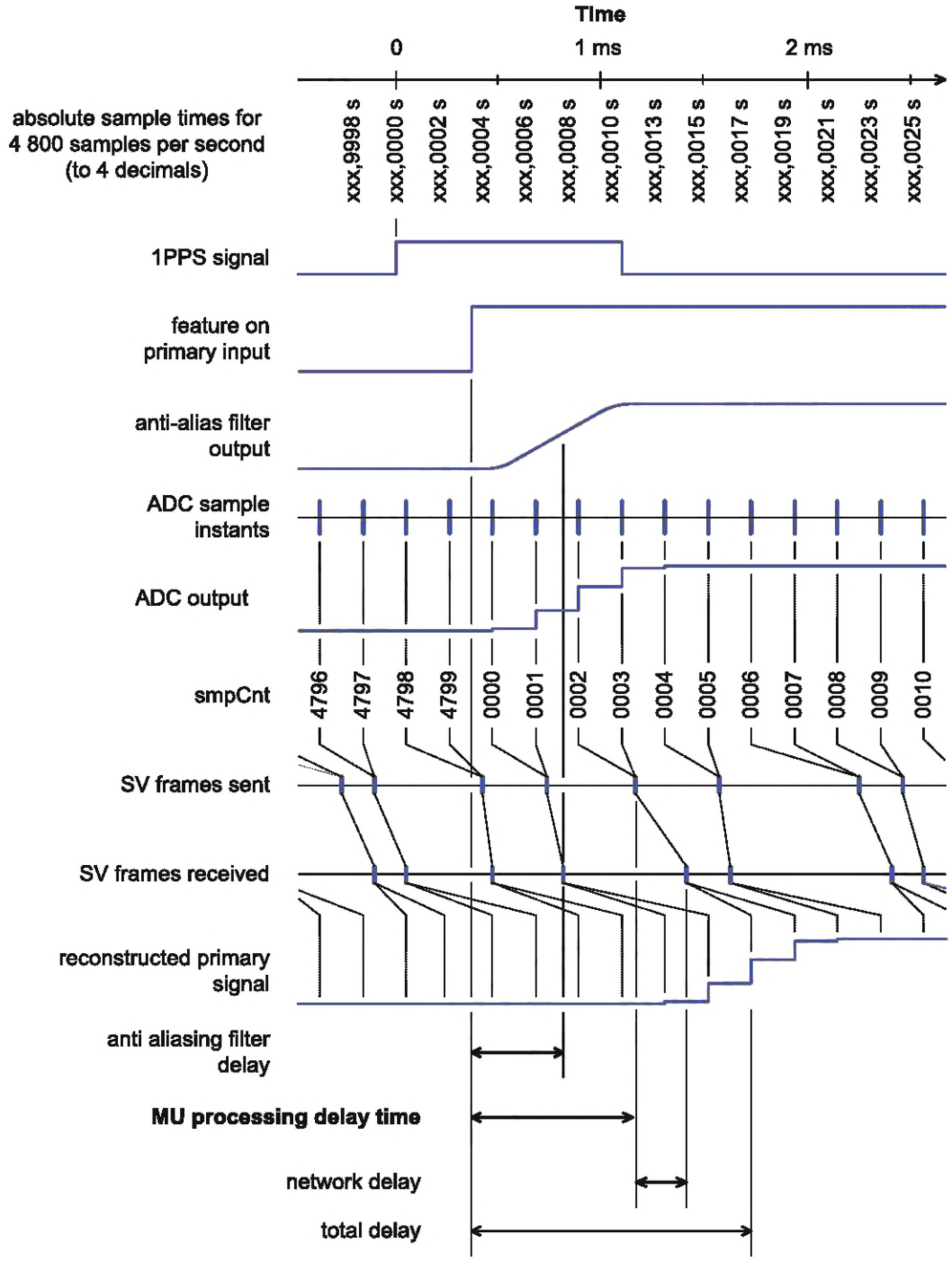
Рисунок 9А.2 — Номограмма для напряжения

Обозначения:
Class — класс;
Maximum voltage = 2,5 U_{rated} — Максимальное номинальное напряжение= 2,5 U_{rated};
The maximum rated voltage factor is chosen to be 2,5 to cover most applications (instead of only 1,9 according to IEC 60044-7). — Максимальный номинальный коэффициент напряжения выбирается равным 2,5 для большинства применений (вместо значения 1,9 в соответствии с МЭК 60044-7).
Move this line — together with the arrows applicable — to the rated voltage of the object. The two arrows shall remain within the ± 31 Bit scale. (Application similar to the good old "slide-ruler") — Переместите эту линию — вместе с соответствующими стрелками — к номинальному напряжению объекта. Две стрелки должны оставаться в пределах шкалы ± 31 бит. (Приложение похоже на применяемую ранее "слайд-линейку");
Rated object voltage 10 kV (r.m.s.) in this example — Номинальное напряжение объекта 10 кВ (среднеквадратическое) в данном примере;
Phase to ground voltages and 3 U_0 — напряжения с фазы на землю и 3 U_0;
Peak value (sinusoidal waveform) — пиковое значение (синусоидальная форма волны);
kV (r.m.s.) — кВ (среднеквадратическое);
kV (peak) — кВ (амплитудное).

Приложение 9В
(справочное)

Пример синхронизации времени и управления

На рисунке 9В.1 графически представлен типичный пример обработки сигнала и индивидуальные источники задержки, которые и составляют общее время задержки от энергосистемы первичной по отношению к алгоритму применения. Источником синхронизации времени может быть либо 1PPS сигнал, либо PTP (протокол точного времени).



Обозначения:
Time — время;
absolute sample times for 4 800 samples per second (to 4 decimals) — абсолютное время выборки для 4 800 выборок в секунду (до 4 десятичных знаков);
1PPS signal — сигнал 1PPS;
feature on primary input — характеристика на основном входе;
anti-alias filter output — выход сглаживающего фильтра;
ADC sample instants — моменты выборки АЦП;
ADC output — выход АЦП;
SV frames sent — посланные SV-фреймы;
SV frames received — полученные SV-фреймы;
reconstructed primary signal — восстановленный первичный сигнал;
anti aliasing filter delay — задержка фильтра сглаживания первичного сигнала;
MU processing delay time — время задержки обработки УС;
network delay — сетевая задержка;
total delay — общая задержка.

Рисунок 9.B1 — Пример обработки выборок, показывающий 2 ASDU на сообщение (пример F4800S2I4U4)

Основными компонентами времени задержки в данном примере являются:

- Задержка передачи сигнала между первичным и вторичным конвертерами ИТ (при наличии).
- Фильтрование сглаживанием на первичном входе, что дает временную задержку до аналого-цифрового преобразователя (далее — АЦП).
- АЦП дает постоянную конверсионную задержку (не показано).
- Сбор и обработка сообщений дают изменяемую задержку между временем получения цифровой выборки и временем, когда пакет выборочных значений передается, а также временем, когда значения выборки становятся доступными на цифровом выходе УС.

Суммарное время этих задержек составляет основную часть времени задержки цифровой обработки данных ИТ.

Поскольку есть изменяемый компонент временной задержки, то худшим событием для временной задержки следует считать соответствующее требованиям максимального времени задержки цифровой обработки данных.

При использовании для синхронизации 1PPS, дополнительный сдвиг может также быть использован для того, чтобы компенсировать различные задержки передачи 1PPS, вносимые системой 1PPS передачи (например, слишком длинным волокном).

Время задержки цифровой обработки данных УС не включает каких-либо других задержек, которые происходят после того, как пакет выборочных значений покидает выход УС (задержек таких, как процессы в шине сети). Такие задержки зависят от скорости сети, возможностей переключения и конфигурации. Они могут быть рассчитаны отдельно и зависят от особенностей применения. Интегратор системы несет ответственность за работу системы в сборе.

Приложение 9С
(справочное)

Пример ICD файла для устройства сопряжения

ICD (IED Описание Возможностей) файл, представленный в формате SCL (Язык Конфигурации Подстанции), позволяет описывать возможности УС с различными кодами (см. 6.903.2), например, F4000S1I4U4 (9-2LE для 50 Гц), F4800S1I4U4 (9-2LE для 60 Гц), F4800S2I3U3 (предпочтителен для применения в целях защиты и измерения с 3 токами и 3 напряжениями), F14400S6I3U3 (предпочтителен для применения в целях измерения показателей качества электрической энергии с 3 токами и 3 напряжениями) и F4800S2I1U0 (демонстрация потока только одного тока и без напряжения), класс а (см. 6.903.13), а также синхронизация времени PTP (см. 6.904.2). Практически, файл этого типа может быть сгенерирован производителем УС или производителем инструмента конфигурации устройства сопряжения, и передан к инструменту конфигурации системы.

Пожалуйста, примите во внимание, что текст приведенного ниже ICD является исключительно примером. Можно также ознакомиться со схемой SCL, опубликованной в стандарте МЭК 61850-6.

Пример ICD файла — ICD_example.xml.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<SCL xmlns="gost.e-ecolog.ru                                    "
xmlns:xsi="gost.e-ecolog.ru                                          "
xsi:schemaLocation="gost.e-ecolog.ru                                  SCL.xsd" version="2007"
revision="B">
<Header id="ICD file as supplied by the manufacturer for a hypothetical
IEC 61869-9 instrument transformer" version="1.0" revision="12" toolID="XML
Notepad"/>
<Substation name="TEMPLATE" desc="Binds the TCTR and TVTR instances in the IED
section to particular phases of particular CTs/VTs in the station">
<VoltageLevel name="TEMPLATE">
<Bay name="TEMPLATE">
<ConductingEquipment name="Inn" type="CTR">
<SubEquipment name="A" phase="A">
<LNode iedName="TEMPLATE" ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="1"/>
</SubEquipment>
<SubEquipment name="B" phase="B">
<LNode iedName="TEMPLATE" ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="2"/>
</SubEquipment>
<SubEquipment name="C" phase="C">
<LNode iedName="TEMPLATE" ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="3"/>
</SubEquipment>
<SubEquipment name="N" phase="N">
<LNode iedName="TEMPLATE" ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="4"/>
</SubEquipment>
</ConductingEquipment>
<ConductingEquipment name="Unn" type="VTR">
<SubEquipment name="A" phase="A">
<LNode iedName="TEMPLATE" ldInst="MU01" lnClass="TVTR" lnInst="1"/>
</SubEquipment>
<SubEquipment name="B" phase="B">
<LNode iedName="TEMPLATE" ldInst="MU01" lnClass="TVTR" lnInst="2"/>
</SubEquipment>
<SubEquipment name="C" phase="C">
<LNode iedName="TEMPLATE" ldInst="MU01" lnClass="TVTR" lnInst="3"/>
</SubEquipment>
<SubEquipment name="N" phase="N">
<LNode iedName="TEMPLATE" ldInst="MU01" lnClass="TVTR" lnInst="4"/>
</SubEquipment>
</ConductingEquipment>
</Bay>
</VoltageLevel>
</Substation>
<Communication>
```

```
<SubNetwork name="NONE" type="8-MMS">
<BitRate unit="b/s" multiplier="M">100</BitRate>
<ConnectedAP iedName="TEMPLATE" apName="S1">
<SMV ldInst="MU01" cbName="MSVCB01" desc="9-2LE SV stream (F4000S1I4U4 and
F4800S1I4U4)">
<Address>
<P type="MAC-Address">01-0C-CD-04-00-00</P>
<P type="VLAN-ID">000</P>
<P type="VLAN-PRIORITY">4</P>
<P type="APPID">4000</P>
</Address>
</SMV>
<SMV ldInst="MU01" cbName="MSVCB03" desc="preferred stream for apps
needing measuring or protective class (F4800S2I3U3)">
<Address>
<P type="MAC-Address">01-0C-CD-04-00-01</P>
<P type="VLAN-ID">000</P>
<P type="VLAN-PRIORITY">4</P>
<P type="APPID">4003</P>
</Address>
</SMV>
<SMV ldInst="MU01" cbName="MSVCB04" desc="preferred stream for apps
needing quality metering class (F14400S6I3U3)">
<Address>
<P type="MAC-Address">01-0C-CD-04-00-02</P>
<P type="VLAN-ID">000</P>
<P type="VLAN-PRIORITY">4</P>
<P type="APPID">4004</P>
</Address>
</SMV>
<SMV ldInst="MU01" cbName="MSVCB05" desc="demonstration of a stream with
one quantity (F4800S2I1U0)">
<Address>
<P type="MAC-Address">01-0C-CD-04-00-03</P>
<P type="VLAN-ID">000</P>
<P type="VLAN-PRIORITY">4</P>
<P type="APPID">4005</P>
</Address>
</SMV>
<PhysConn type="Connection">
<P type="Type">FOC</P>
<P type="Plug">ST</P>
</PhysConn>
</ConnectedAP>
</SubNetwork>
</Communication>
<IED name="TEMPLATE" desc="Hypothetical instrument transformer with digital
output according to IEC 61869-9">
<AccessPoint name="S1">
<Server>
<Authentication none="true"/>
<LDevice inst="MU01">
<LN0 lnType="LN0" lnClass="LLN0" inst="">
<DataSet name="PhsMeas1" desc="9-2LE dataset for SV streams
F4000S1I4U4 and F4800S1I4U4">
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="1" doName="AmpSv" fc="MX"
daName="instMag.i"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="1" doName="AmpSv" fc="MX"
daName="q"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="2" doName="AmpSv" fc="MX"
daName="instMag.i"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="2" doName="AmpSv" fc="MX"
```

```
daName="q"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="3" doName="AmpSv" fc="MX"
daName="instMag.i"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="3" doName="AmpSv" fc="MX"
daName="q"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="4" doName="AmpSv" fc="MX"
daName="instMag.i"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="4" doName="AmpSv" fc="MX"
daName="q"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TVTR" lnInst="1" doName="VolSv" fc="MX"
daName="instMag.i"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TVTR" lnInst="1" doName="VolSv" fc="MX"
daName="q"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TVTR" lnInst="2" doName="VolSv" fc="MX"
daName="instMag.i"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TVTR" lnInst="2" doName="VolSv" fc="MX"
daName="q"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TVTR" lnInst="3" doName="VolSv" fc="MX"
daName="instMag.i"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TVTR" lnInst="3" doName="VolSv" fc="MX"
daName="q"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TVTR" lnInst="4" doName="VolSv" fc="MX"
daName="instMag.i"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TVTR" lnInst="4" doName="VolSv" fc="MX"
daName="q"/>
</DataSet>
<DataSet name="PhsMeas2" desc="dataset for preferred SV streams
F4800S2I3U3 and F14400S6I3U3">
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="1" doName="AmpSv" fc="MX"
daName="instMag.i"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="1" doName="AmpSv" fc="MX"
daName="q"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="2" doName="AmpSv" fc="MX"
daName="instMag.i"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="2" doName="AmpSv" fc="MX"
daName="q"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="3" doName="AmpSv" fc="MX"
daName="instMag.i"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="3" doName="AmpSv" fc="MX"
daName="q"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TVTR" lnInst="1" doName="VolSv" fc="MX"
daName="instMag.i"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TVTR" lnInst="1" doName="VolSv" fc="MX"
daName="q"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TVTR" lnInst="2" doName="VolSv" fc="MX"
daName="instMag.i"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TVTR" lnInst="2" doName="VolSv" fc="MX"
daName="q"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TVTR" lnInst="3" doName="VolSv" fc="MX"
daName="instMag.i"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TVTR" lnInst="3" doName="VolSv" fc="MX"
daName="q"/>
</DataSet>
<DataSet name="PhsMeas3" desc="dataset for SV stream F4800S2I1U0">
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="4" doName="AmpSv" fc="MX"
daName="instMag.i"/>
<FCDA ldInst="MU01" lnClass="TCTR" lnInst="4" doName="AmpSv" fc="MX"
daName="q"/>
</DataSet>
<SampledValueControl name="MSVCB01" datSet="PhsMeas1" confRev="1"
smvID="xxxxMU0101" smpRate="80" smpMod="SmpPerPeriod" nofASDU="1"
multicast="true">
```

```
<SmvOpts sampleSynchronized="true" refreshTime="false"
sampleRate="false" dataSet="false" security="false"/>
</SampledValueControl>
<SampledValueControl name="MSVCB03" datSet="PhsMeas2" confRev="1"
smvID="4003" smpRate="4800" smpMod="SmpPerSec" nofASDU="2" multicast="true">
<SmvOpts sampleSynchronized="true" refreshTime="false"
sampleRate="false" dataSet="false" security="false"/>
</SampledValueControl>
<SampledValueControl name="MSVCB04" datSet="PhsMeas2" confRev="1"
smvID="4004" smpRate="14400" smpMod="SmpPerSec" nofASDU="6" multicast="true">
<SmvOpts sampleSynchronized="true" refreshTime="false"
sampleRate="false" dataSet="false" security="false"/>
</SampledValueControl>
<SampledValueControl name="MSVCB05" datSet="PhsMeas3" confRev="1"
smvID="4005" smpRate="4800" smpMod="SmpPerSec" nofASDU="2" multicast="true">
<SmvOpts sampleSynchronized="true" refreshTime="false"
sampleRate="false" dataSet="false" security="false"/>
</SampledValueControl>
</LN0>
<LN lnType="PHD" lnClass="LPHD" inst="1"/>
<LN lnType="CTR-P" lnClass="TCTR" inst="1"/>
<LN lnType="CTR-P" lnClass="TCTR" inst="2"/>
<LN lnType="CTR-P" lnClass="TCTR" inst="3"/>
<LN lnType="CTR-N" lnClass="TCTR" inst="4"/>
<LN lnType="VTR-P" lnClass="TVTR" inst="1"/>
<LN lnType="VTR-P" lnClass="TVTR" inst="2"/>
<LN lnType="VTR-P" lnClass="TVTR" inst="3"/>
<LN lnType="VTR-N" lnClass="TVTR" inst="4"/>
</LDevice>
</Server>
</AccessPoint>
</IED>
<DataTypeTemplates>
<LNodeType id="LN0" lnClass="LLN0">
<DO name="NamPlt" type="NamPlt-LN0"/>
<DO name="Beh" type="Beh"/>
<DO name="Health" type="Health"/>
<DO name="Mod" type="Mod"/>
</LNodeType>
<LNodeType id="PHD" lnClass="LPHD">
<DO name="PhyNam" type="PhyNam"/>
<DO name="PhyHealth" type="Health"/>
<DO name="Proxy" type="Proxy"/>
<DO name="NamVariant" type="NamVariant"/>
<DO name="NamHzRtg" type="NamHzRtg"/>
<DO name="NamAuxVRtg" type="NamAuxVRtg"/>
<DO name="NamHoldRtg" type="NamHoldRtg"/>
<DO name="NamMaxDlRtg" type="NamMaxDlRtg"/>
</LNodeType>
<LNodeType id="CTR-P" lnClass="TCTR">
<DO name="Beh" type="Beh"/>
<DO name="AmpSv" type="AmpSAV"/>
<DO name="NamAccRtg" type="NamAccRtg-PC"/>
<DO name="NamARtg" type="NamARtg-PC"/>
<DO name="NamClipRtg" type="NamClipRtg-PC"/>
</LNodeType>
<LNodeType id="CTR-N" lnClass="TCTR">
<DO name="Beh" type="Beh"/>
<DO name="AmpSv" type="AmpSAV"/>
<DO name="NamAccRtg" type="NamAccRtg-NC"/>
<DO name="NamARtg" type="NamARtg-NC"/>
<DO name="NamClipRtg" type="NamClipRtg-NC"/>
```

```
</LNodeType>
<LNodeType id="VTR-P" lnClass="TVTR">
<DO name="Beh" type="Beh"/>
<DO name="VolSv" type="VolSAV"/>
<DO name="NamAccRtg" type="NamAccRtg-PV"/>
<DO name="NamVRtg" type="NamVRtg-PV"/>
<DO name="NamClipRtg" type="NamClipRtg-PV"/>
</LNodeType>
<LNodeType id="VTR-N" lnClass="TVTR">
<DO name="Beh" type="Beh"/>
<DO name="VolSv" type="VolSAV"/>
<DO name="NamAccRtg" type="NamAccRtg-NV"/>
<DO name="NamVRtg" type="NamVRtg-NV"/>
<DO name="NamClipRtg" type="NamClipRtg-NV"/>
</LNodeType>
<DOType id="NamPlt-LN0" cdc="LPL">
<DA name="vendor" desc="" bType="VisString255" fc="DC"/>
<DA name="swRev" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>1v00</Val>
</DA>
<DA name="configRev" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>1</Val>
</DA>
<DA name="ldNs" bType="VisString255" fc="EX">
<Val>IEC 61850-7-4:2007B</Val>
</DA>
</DOType>
<DOType id="Beh" cdc="ENS">
<DA name="stVal" bType="Enum" type="Beh" fc="ST" dchg="true" />
<DA name="q" bType="Quality" fc="ST" qchg="true"/>
<DA name="t" bType="Timestamp" fc="ST"/>
</DOType>
<DOType id="Health" cdc="ENS">
<DA name="stVal" bType="Enum" type="Health" fc="ST" dchg="true" />
<DA name="q" bType="Quality" fc="ST" qchg="true"/>
<DA name="t" bType="Timestamp" fc="ST"/>
</DOType>
<DOType id="Mod" cdc="ENC">
<DA name="stVal" bType="Enum" type="Mod" fc="ST" dchg="true"/>
<DA name="q" bType="Quality" fc="ST" qchg="true"/>
<DA name="t" bType="Timestamp" fc="ST"/>
<DA name="ctlModel" bType="Enum" type="CtlModels" fc="CF" dchg="true">
<Val>status-only</Val>
</DA>
</DOType>
<DOType id="PhyNam" cdc="DPL">
<DA name="vendor" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>Acme Manufacturing Ltd., 1 North Rodeo Drive, Beverley Hills, CA,
90210</Val>
</DA>
<DA name="hwRev" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>1v03</Val>
</DA>
<DA name="swRev" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>1v00</Val>
</DA>
<DA name="serNum" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>000001, mfg 2011-12-01</Val>
</DA>
<DA name="model" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>DigiMeas101</Val>
</DA>
```

```
</DOType>
<DOType id="Proxy" cdc="SPS">
<DA name="stVal" bType="BOOLEAN" fc="ST" dchg="true">
<Val>false</Val>
</DA>
<DA name="q" bType="Quality" fc="ST" qchg="true"/>
<DA name="t" bType="Timestamp" fc="ST"/>
</DOType>
<DOType id="NamVariant" cdc="VSD">
<DA name="val" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>F4800S1I4U4;F14400S6I4U4;F4800S2I0-24U0-24</Val>
</DA>
<DA name="d" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>a semicolon separated list of the variant codes supported, the codes
being as defined in IEC 61869-9:2016 clause 6.903.2</Val>
</DA>
<DA name="dataNs" bType="VisString255" fc="EX">
<Val>IEC 61869-9:2016</Val>
</DA>
</DOType>
<DOType id="NamHzRtg" cdc="VSD">
<DA name="val" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>dc; 50; 60</Val>
</DA>
<DA name="d" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>a semicolon separated list of the nominal frequencies (fR) supported,
in hertz</Val>
</DA>
<DA name="dataNs" bType="VisString255" fc="EX">
<Val>IEC 61869-9:2016</Val>
</DA>
</DOType>
<DOType id="NamAuxVRtg" cdc="VSD">
<DA name="val" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>80-300 dc;100-250 ac</Val>
</DA>
<DA name="d" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>a semicolon separated list or hyphenated range of rated auxiliary
power supply voltages (Uar) in volts, with indication of ac or dc where
applicable</Val>
</DA>
<DA name="dataNs" bType="VisString255" fc="EX">
<Val>IEC 61869-9:2016</Val>
</DA>
</DOType>
<DOType id="NamHoldRtg" cdc="VSD">
<DA name="val" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>10</Val>
</DA>
<DA name="d" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>the rated holdover time in seconds</Val>
</DA>
<DA name="dataNs" bType="VisString255" fc="EX">
<Val>IEC 61869-9:2016</Val>
</DA>
</DOType>
<DOType id="NamMaxDlRtg" cdc="VSD">
<DA name="val" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>1.5</Val>
</DA>
<DA name="d" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>the rated delay time in milliseconds</Val>
```

```
</DA>
<DA name="dataNs" bType="VisString255" fc="EX">
<Val>IEC 61869-9:2016</Val>
</DA>
</DOType>
<DOType id="NamAccRtg-PC" cdc="VSD">
<DA name="val" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>0,5S/5P20</Val>
</DA>
<DA name="d" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>the accuracy class rating in the format described in IEC 61869-9
clause 5.6</Val>
</DA>
<DA name="dataNs" bType="VisString255" fc="EX">
<Val>IEC 61869-9:2016</Val>
</DA>
</DOType>
<DOType id="NamARtg-PC" cdc="VSD">
<DA name="val" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>400;800;1200</Val>
</DA>
<DA name="d" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>rated primary currents (IPr) in amperes</Val>
</DA>
<DA name="dataNs" bType="VisString255" fc="EX">
<Val>IEC 61869-9:2016</Val>
</DA>
</DOType>
<DOType id="NamClipRtg-PC" cdc="VSD">
<DA name="val" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>20</Val>
</DA>
<DA name="d" bType="VisString255" fc="DC">
<Val> the ratio of the clipping limit of the instantaneous current to the
rated primary current multiplied with a square root of two</Val>
</DA>
<DA name="dataNs" bType="VisString255" fc="EX">
<Val>IEC 61869-9:2016</Val>
</DA>
</DOType>
<DOType id="NamAccRtg-NC" cdc="VSD">
<DA name="val" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>1/5P</Val>
</DA>
<DA name="d" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>the accuracy class rating in the format described in IEC 61869-9
clause 5.6</Val>
</DA>
<DA name="dataNs" bType="VisString255" fc="EX">
<Val>IEC 61869-9:2016</Val>
</DA>
</DOType>
<DOType id="NamARtg-NC" cdc="VSD">
<DA name="val" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>400;800;1200</Val>
</DA>
<DA name="d" bType="VisString255" fc="DC">
<Val> rated primary currents (IPr) in amperes</Val>
</DA>
<DA name="dataNs" bType="VisString255" fc="EX">
<Val>IEC 61869-9:2016</Val>
</DA>
```

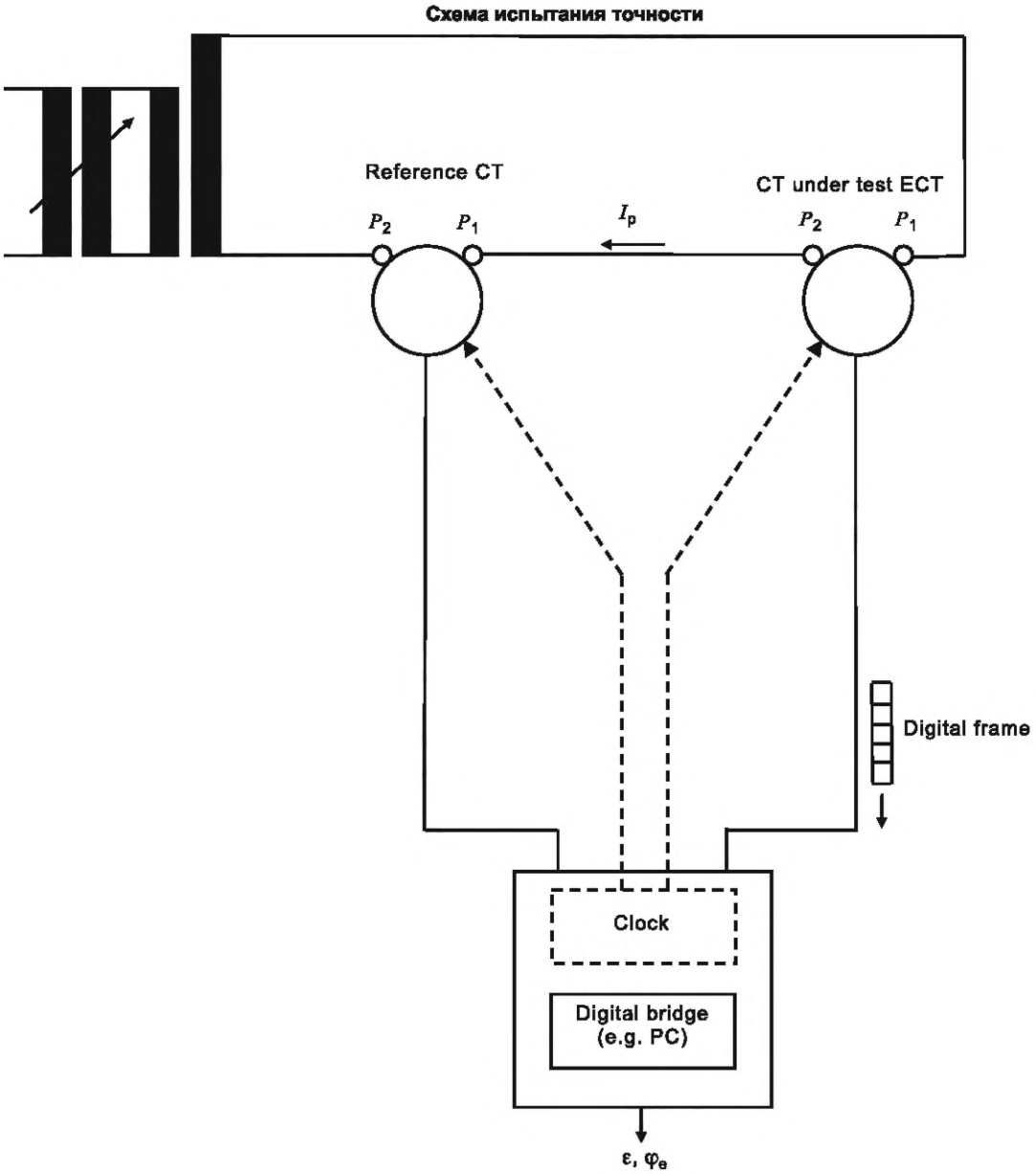
```
</DOType>
<DOType id="NamClipRtg-NC" cdc="VSD">
<DA name="val" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>20</Val>
</DA>
<DA name="d" bType="VisString255" fc="DC">
<Val> the ratio of the clipping limit of the instantaneous current to the
rated primary current multiplied with a square root of two</Val>
</DA>
<DA name="dataNs" bType="VisString255" fc="EX">
<Val>IEC 61869-9:2016</Val>
</DA>
</DOType>
<DOType id="NamAccRtg-PV" cdc="VSD">
<DA name="val" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>0,5/3P</Val>
</DA>
<DA name="d" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>the accuracy class rating in the format described in IEC 61869-9
clause 5.6</Val>
</DA>
<DA name="dataNs" bType="VisString255" fc="EX">
<Val>IEC 61869-9:2016</Val>
</DA>
</DOType>
<DOType id="NamVRtg-PV" cdc="VSD">
<DA name="val" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>83716</Val>
</DA>
<DA name="d" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>the rated primary voltage (Upr) in volts</Val>
</DA>
<DA name="dataNs" bType="VisString255" fc="EX">
<Val>IEC 61869-9:2016</Val>
</DA>
</DOType>
<DOType id="NamClipRtg-PV" cdc="VSD">
<DA name="val" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>2</Val>
</DA>
<DA name="d" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>the ratio of the clipping limit of the instantaneous voltage to the
rated primary voltage multiplied with a square root of two</Val>
</DA>
<DA name="dataNs" bType="VisString255" fc="EX">
<Val>IEC 61869-9:2016</Val>
</DA>
</DOType>
<DOType id="NamAccRtg-NV" cdc="VSD">
<DA name="val" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>1</Val>
</DA>
<DA name="d" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>the accuracy class rating in the format described in IEC 61869-9
clause 5.6</Val>
</DA>
<DA name="dataNs" bType="VisString255" fc="EX">
<Val>IEC 61869-9:2016</Val>
</DA>
</DOType>
<DOType id="NamVRtg-NV" cdc="VSD">
<DA name="val" bType="VisString255" fc="DC">
```

```
<Val>115</Val>
</DA>
<DA name="d" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>the rated primary voltage (Upr) in volts</Val>
</DA>
<DA name="dataNs" bType="VisString255" fc="EX">
<Val>IEC 61869-9:2016</Val>
</DA>
</DOType>
<DOType id="NamClipRtg-NV" cdc="VSD">
<DA name="val" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>2</Val>
</DA>
<DA name="d" bType="VisString255" fc="DC">
<Val>the ratio of the clipping limit of the instantaneous voltage to the
rated primary voltage multiplied with a square root of two</Val>
</DA>
<DA name="dataNs" bType="VisString255" fc="EX">
<Val>IEC 61869-9:2016</Val>
</DA>
</DOType>
<DOType id="AmpSAV" cdc="SAV">
<DA name="instMag" bType="Struct" type="AnalogueValue" fc="MX"/>
<DA name="q" bType="Quality" fc="MX" qchg="true"/>
<DA name="units" bType="Struct" type="AmpUnits" fc="CF" dchg="true"/>
<DA name="sVC" bType="Struct" type="AmpScaledValueConfig" fc="CF"
dchg="true"/>
</DOType>
<DOType id="VolSAV" cdc="SAV">
<DA name="instMag" bType="Struct" type="AnalogueValue" fc="MX"/>
<DA name="q" bType="Quality" fc="MX" qchg="true"/>
<DA name="units" bType="Struct" type="VolUnits" fc="CF" dchg="true"/>
<DA name="sVC" bType="Struct" type="VolScaledValueConfig" fc="CF"
dchg="true"/>
</DOType>
<DAType id="AmpScaledValueConfig">
<BDA name="scaleFactor" bType="FLOAT32">
<Val>0.001</Val>
</BDA>
<BDA name="offset" bType="FLOAT32">
<Val>0</Val>
</BDA>
</DAType>
<DAType id="VolScaledValueConfig">
<BDA name="scaleFactor" bType="FLOAT32">
<Val>0.01</Val>
</BDA>
<BDA name="offset" bType="FLOAT32">
<Val>0</Val>
</BDA>
</DAType>
<DAType id="AmpUnits">
<BDA name="SIUnit" bType="Enum" type="ITSIUnit">
<Val>A</Val>
</BDA>
</DAType>
<DAType id="VolUnits">
<BDA name="SIUnit" bType="Enum" type="ITSIUnit">
<Val>V</Val>
</BDA>
</DAType>
<DAType id="AnalogueValue">
```

```
<BDA name="i" bType="INT32"/>
</DAType>
<EnumType id="Mod">
<EnumVal ord="1">on</EnumVal>
<EnumVal ord="2">blocked</EnumVal>
<EnumVal ord="3">test</EnumVal>
<EnumVal ord="4">test/blocked</EnumVal>
<EnumVal ord="5">off</EnumVal>
</EnumType>
<EnumType id="Beh">
<EnumVal ord="1">on</EnumVal>
<EnumVal ord="2">blocked</EnumVal>
<EnumVal ord="3">test</EnumVal>
<EnumVal ord="4">test/blocked</EnumVal>
<EnumVal ord="5">off</EnumVal>
</EnumType>
<EnumType id="Health">
<EnumVal ord="1">Ok</EnumVal>
<EnumVal ord="2">Warning</EnumVal>
<EnumVal ord="3">Alarm</EnumVal>
</EnumType>
<EnumType id="CtlModels">
<EnumVal ord="0">status-only</EnumVal>
<EnumVal ord="1">direct-with-normal-security</EnumVal>
<EnumVal ord="2">sbo-with-normal-security</EnumVal>
<EnumVal ord="3">direct-with-enhanced-security</EnumVal>
<EnumVal ord="4">sbo-with-enhanced-security</EnumVal>
</EnumType>
<EnumType id="ITSIUnit">
<EnumVal ord="5">A</EnumVal>
<EnumVal ord="29">V</EnumVal>
</EnumType>
</DataTypeTemplates>
</SCL>
```

Приложение 9D
(справочное)

Схема испытания точности



Обозначения:
I_p — первичный ток;
Reference CT — эталонный ТТ;
CT under test — испытуемый ТТ;
ECT — ЭТТ;
ε — погрешность коэффициента масштабного преобразования ИТ;
φ_e — фазовая погрешность ИТ;
Digital frame — цифровая рамка;
Clock — часы;
Digital bridge (e.g. PC) — Цифровой мост (например, ПК)

Рисунок 9D.1 — Пример испытательной схемы

В целях испытаний на соответствие классу точности, погрешность коэффициента масштабного преобразования и фазовая погрешность ИТ (испытуемого ТТ — CT under test — на рисунке 9D.1) должны быть вычислены, при помощи полного цикла дискретного преобразования Фурье по разнице между его выборками и выборками эталонного ИТ (эталонного ТТ — Reference CT — на рисунке 9D.1). Полная погрешность вычисляется из среднеквадратического значения разности между его выборками и выборками эталонного ИТ за время полного цикла.

При использовании данного метода необходимо, чтобы полная погрешность эталонного ИТ была незначительной при условиях применения.

Ниже представлены соответствующие формулы:

$$\vec{\varepsilon}(s) = \frac{\frac{\sqrt{2}}{N}\sum_{n=0}^{N-1}(i_{X(s-n)} - i_{R(s-n)})e^{\frac{2\pi\sqrt{-1}k(s-n)}{N}}}{\sqrt{\frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1}[(i_{R(s-n)})^2]}} \cdot 100\ \%,$$

$$\varepsilon_C(s) = \sqrt{\frac{\sum_{n=0}^{N-1}[(i_{X(s-n)} - i_{R(s-n)})^2]}{\sum_{n=0}^{N-1}[(i_{R(s-n)})^2]}} \cdot 100\ \%,$$

где $\vec{\varepsilon}(s)$ — полная погрешность измерения коэффициента масштабного преобразования и угла фазового сдвига УС, представленная в виде вектора, в момент времени кодирования в SmpCnt значения с индексом s;

$\varepsilon_C(s)$ — полная погрешность УС в момент времени кодирования SmpCnt значения с индексом s;

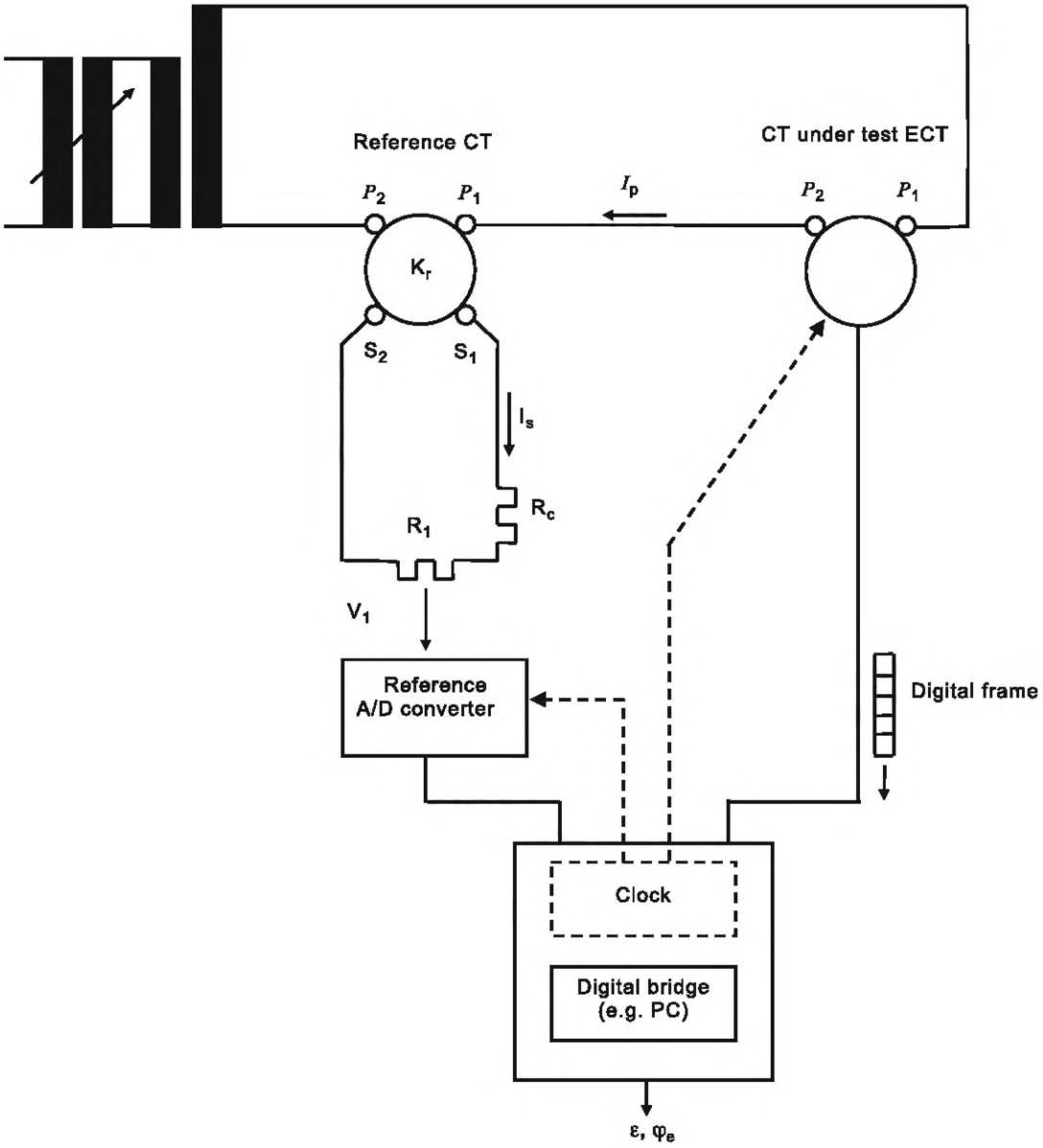
$i_{X(s)}$ — значение, полученное от испытуемого ИТ, из AmpSv.instMag.i или VolSv.instMag.i в SV-потоке ASDU в момент времени кодирования в SmpCnt значения с индексом s;

$i_{R(s)}$ — значение от эталонного ИТ из AmpSv.instMag.i или VolSv.instMag.i в SV-потоке ASDU в момент времени кодирования в SmpCnt значения с индексом s;

N — номинальная частота дискретизации выраженная в выборках в секунду, разделенная на основную частоту, в Герцах;

k — порядковый номер измеряемой гармоники ($k > 0$, и является 1 для основной частоты).

Пример другой испытательной схемы для проверки точности измерений в устойчивом состоянии и в условиях переходного процесса для электронного трансформатора тока (ЭТТ) с цифровым выходом представлен на рисунке 9D.2.



Обозначения:
K_r — Номинальный коэффициент трансформации эталонного ТТ;
V_1 — Напряжение на входе эталонного аналогово-цифрового преобразователя (АЦП);
R_1 — Нагрузка, предназначенная для настройки напряжения на входе эталонного аналогово-цифрового преобразователя (АЦП);
$R_1 + R_c$ — Нормированная вторичная нагрузка на выходе эталонного ТТ. Значение сопротивления R_1 должно быть высокой точности;
I_p — первичный ток;
Reference CT — эталонный ТТ;
CT under test — испытуемый ТТ;
ECT — ЭТТ;
Reference A/D converter — эталонный аналогово-цифровой преобразователь (АЦП);
ε — погрешность коэффициента масштабного преобразования ИТ;
φ_e — погрешность угла фазового сдвига ИТ;
Digital frame — цифровая рамка;
Clock — часы;
Digital bridge (e.g. PC) — Цифровой мост (например, ПК)

Рисунок 9D.2 — Пример испытательной схемы

Приложение 9E
(справочное)

Электронная табличка с паспортными данными

Электронная табличка с паспортными (техническими) данными содержит информацию о расширениях логических моделей, описанных стандартом МЭК 61850-7-4. Расширения используют информацию класса общих данных VSD (описание видимой строки), которой будет дополнен стандарт МЭК 61850-7-3. Определение такого класса общих данных (CDC) представлено в таблице ниже исключительно в ознакомительных целях.

VSD class (VSD класс)					
Data attribute name (наименование атрибута данных)	**Тип**	**FC**	**TrgOp**	**Значение/ Диапазон значений**	**M/O/C**
DataName	Наследуется от классов GenDataObject или GenSubDataObject (см. МЭК 61850-7-2)				
DataAttribute (атрибут данных)					
val	VISIBLE STRING255	DC			M
d	VISIBLE STRING255	DC		Text	O
dU	UNICODE STRING255	DC			O
cdcNs	VISIBLE STRING255	EX			AC_DLNDA_M
cdcName	VISIBLE STRING255	EX			AC_DLNDA_M
dataNs	VISIBLE STRING255	EX		МЭК 61869-9:2016	AC_DLN_M
Services (услуги)					
Определены в таблице 60 стандарта МЭК 61850-7-3:2010.					

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
IEC 61588:2009	—	*
IEC 61850-6:2009	IDT	ГОСТ Р МЭК 61850-6—2009 «Сети и системы связи на подстанциях. Часть 6. Язык описания конфигурации для связи между интеллектуальными электронными устройствами на электрических подстанциях»
IEC 61850-7-1:2011	IDT	ГОСТ Р МЭК 61850-7-1—2009 «Сети и системы связи на подстанциях. Часть 7. Базовая структура связи для подстанций и линейного оборудования. Раздел 1. Принципы и модели»
IEC 61850-7-2:2010	IDT	ГОСТ Р МЭК 61850-7-2—2009 «Сети и системы связи на подстанциях. Часть 7. Базовая структура связи для подстанций и линейного оборудования. Раздел 2. Абстрактный интерфейс услуг связи (ACSI)»
IEC 61850-7-3:2010	IDT	ГОСТ Р МЭК 61850-7-3—2009 «Сети и системы связи на подстанциях. Часть 7. Базовая структура связи для подстанций и линейного оборудования. Раздел 3. Классы общих данных»
IEC 61850-8-1:2011	—	*
IEC 61850-9-2:2011	—	*
IEC/IEEE 61850-9-3:2016	—	*
IEC 61850-10:2012	—	*
IEC 61869-6:2016	IDT	ГОСТ Р МЭК 61869-6:2021 «Трансформаторы измерительные. Часть 6. Дополнительные общие требования к маломощным измерительным трансформаторам (преобразователям)»
UCA (International Users Group)	—	*

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта, документа.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

IEC 60044-7:1999[1)]	Instrument transformers — Part 7: Electronic voltage transformers (Трансформаторы измерительные. Часть 7. Электронные трансформаторы напряжения)
IEC 60044-8:2002[2)]	Instrument transformers. Part 8: Electronic current transformers (Трансформаторы измерительные. Часть 8. Электронные трансформаторы тока)
IEC 61850 (все части)	Communication networks and systems for power utility automation (Сети и системы связи для автоматизации энергосистем общего пользования)
IEC 61850-5:2013	Communication networks and systems for power utility automation — Part 5: Communication requirements for functions and device models (Сети и системы связи для автоматизации энергосистем общего пользования. Часть 5. Требования к связи для функций и моделей устройств)
IEC 61850-8-1	Communication networks and systems for power utility automation — Part 8-1: Specific communication service mapping (SCSM) — Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3 [Сети связи и системы автоматизации энергосистем общего пользования. Часть 8-2. Специфическое отображение сервиса связи (SCSM). Отображения для MMS (ISO 9506-1 и ISO 9506-2) и ISO/IEC 8802-3]
IEC 61850-10	Communication networks and systems for power utility automation — Part 10: Conformance testing (Сети и системы связи автоматизации энергосистем для сетей общего пользования. Часть 10. Испытания на соответствие)
IEC/TR 61850-90-4	Communication networks and systems for power utility automation — Part 90-4: Network engineering guidelines (Сети и системы связи для автоматизации энергосистем общего пользования. Часть 90-4. Руководящие указания по разработке технологии сети)
IEC 61869 (все части)	Instrument transformers (Трансформаторы измерительные)
IEC 61869-7[1)]	Instrument transformers — Part 7: Electronic voltage transformers (Трансформаторы измерительные. Часть 7. Дополнительные требования к электронным трансформаторам напряжения)
IEC 61869-8[2)]	Instrument transformers. Part 8: Electronic current transformers (Трансформаторы измерительные. Часть 8. Дополнительные требования к электронным трансформаторам тока)
IEC 61869-12	Instrument transformers — Part 12: Combined electronic instrument transformers and combined passive transformers (Трансформаторы измерительные. Часть 12. Дополнительные требования к комбинированным электронным измерительным трансформаторам или комбинированным пассивным трансформаторам (преобразователям)
IEC 61869-13	Instrument transformers — Part 13: Stand-alone merging unit (SAMU) (Трансформаторы измерительные. Часть 13. Автономное устройство сопряжения)
IEC 61869-14	Instrument transformers — Part 14: Additional requirements for current transformers for DC applications (Трансформаторы измерительные. Часть 14. Дополнительные требования к трансформаторам постоянного тока)
IEC 61869-15	Instrument transformers — Part 15: Additional requirements for voltage transformers for DC applications (Трансформаторы измерительные. Часть 15. Дополнительные требования к трансформаторам постоянного напряжения)
IEC 62271-3	High-voltage switchgear and controlgear — Part 3: Digital interfaces based on IEC 61850 (Высоковольтное комплектное распределительное устройство. Часть 3. Цифровые интерфейсы на основе МЭК 61850)
ISO/IEC/IEEE 8802-3	Стандарт для Ethernet

[1)] *В части применяемых положений использовать ГОСТ Р МЭК 60044-7—2010 «Трансформаторы измерительные. Часть 7. Электронные трансформаторы напряжения».*

[2)] *В части применяемых положений использовать ГОСТ Р МЭК 60044-8—2010 «Трансформаторы измерительные. Часть 8. Электронные трансформаторы тока».*

УДК 621.314.222.8:006.354 ОКС 17.220.20

Ключевые слова: трансформаторы измерительные, цифровой интерфейс, трансформаторы тока, трансформаторы напряжения

Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 28.08.2025. Подписано в печать 08.09.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 6,98. Уч.-изд. л. 5,79.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru