

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Трансформаторы тока и напряжения комбинированные цифровые ЦТТН

#### Назначение средства измерений

Трансформаторы тока и напряжения комбинированные цифровые ЦТТН (далее по тексту – трансформаторы, ЦТТН) предназначены для измерений и масштабного преобразования напряжения и силы переменного (в том числе с апериодической составляющей) и постоянного тока, а также передачи результатов преобразования в системы учета электрической энергии, устройствам измерений, защиты, автоматики, сигнализации и управления.

#### Описание средства измерений

Принцип действия трансформаторов состоит в следующем: измерение силы переменного и постоянного тока осуществляется с применением нескольких первичных преобразователей силы тока, выполненных на основе реализации законов полного тока и электромагнитной индукции, закона Ома и гальваномагнитных эффектов. Измерение может осуществляться одновременно преобразователями, выполненными на различных физических принципах (определяется видом исполнения трансформатора). Измерение напряжения переменного и постоянного тока осуществляется с применением делителей напряжения. В зависимости от уровня измеряемого напряжения обработка результатов преобразований осуществляется на первичной стороне (высокого напряжения) для исполнений преобразователей 35 кВ и выше, либо на вторичной стороне (низкого напряжения) для исполнений преобразователей 35 кВ и ниже.

Электронный блок на первичной стороне преобразует выходные сигналы соответствующих первичных преобразователей в цифровой сигнал, далее выполняет формирование пакетов данных и передачу их по оптическим кабелям электронным блокам на вторичной стороне. Электронный блок на вторичной стороне обрабатывает полученные пакеты данных и отправляет их по оптическому кабелю устройствам релейной защиты, автоматики, коммерческого учета электроэнергии и другим устройствам подстанции.

Трансформаторы конструктивно состоят из следующих компонентов:

- первичные преобразователи напряжения переменного и постоянного тока;
- первичные преобразователи силы переменного и постоянного тока;
- электронный блок на стороне высокого напряжения (опция);
- электронный блок на стороне низкого напряжения.

Первичный преобразователь напряжения переменного и постоянного тока представляет собой делитель напряжения, содержащий высоковольтное и низковольтное плечи. Первичный преобразователь напряжения переменного и постоянного тока обеспечивает преобразование высокого напряжения переменного и постоянного тока в низкое напряжение переменного и постоянного тока для дальнейшего преобразования его в цифровую форму электронным блоком.

Первичные преобразователи силы переменного и постоянного тока представляют собой: малогабаритный трансформатор тока, пояс Роговского и датчик постоянного тока (опция). Малогабаритный трансформатор тока предназначен для передачи информации устройствам коммерческого учета электроэнергии, а пояс Роговского и датчик постоянного тока – устройствам релейной защиты и автоматики.

Электронные блоки выполняют преобразование выходных сигналов первичных преобразователей силы и напряжения переменного и постоянного тока в цифровой сигнал, его обработку и передачу измеренных значений силы и напряжения переменного и постоянного тока устройствам релейной защиты, автоматики, коммерческого учета электроэнергии и другим устройствам на подстанции в соответствии с протоколом IEC 61850-9-2 (протокол передачи может быть изменен либо дополнен другим протоколом по требованию заказчи-

ка). На выходе трансформаторы формируют несколько потоков измеренных мгновенных значений силы тока и напряжения со следующими частотами дискретизации:

- 1) 4000 Гц (80 отчетов на период промышленной частоты 50 Гц) – для устройств релейной защиты и автоматики;
- 2) 12800 Гц (256 отчетов на период промышленной частоты 50 Гц) – для устройств коммерческого учета электроэнергии.

Трансформаторы также могут формировать потоки измеренных мгновенных значений со следующими частотами дискретизации (опция):

- 1) 4800 Гц (96 отчетов на период промышленной частоты 50 Гц и 80 отчетов на период промышленной частоты 60 Гц);
- 2) 15360 Гц (256 отчетов на период промышленной частоты 60 Гц);
- 3) 14400 Гц (288 отчетов на период промышленной частоты 50 Гц и 240 отчетов на период промышленной частоты 60 Гц);
- 4) 96000 Гц – для целей учета электроэнергии и РЗА в сетях постоянного тока.

Частота дискретизации может быть изменена по требованию заказчика, но не должна превышать 96 000 Гц.

Опционально ЦТТН может выдавать дополнительную служебную информацию о параметрах измеряемых электрических сигналов и передаваемой электрической энергии, а также служебную информацию отражающую состояние трансформатора.

Синхронизация электронных блоков с системой точного времени осуществляется по внешнему стробирующему сигналу 1PPS или данным синхронизации по протоколу РТР. Выбор типа синхронизации производится изготовителем по требованию заказчика.

ЦТТН может выпускаться в резервированном исполнении, при этом на стороне высокого напряжения устанавливаются два комплекта первичных измерительных преобразователей тока, установленных на одной изоляционной колонне. Делитель напряжения также может исполняться в резервированном исполнении, при этом в изоляционной колонне устанавливаются два и более высоковольтных делителя. Передача информации от ЦТТН также может резервироваться по протоколам PRP и HSR.

Для удобства работы и проверки работоспособности ЦТТН могут содержать аналоговые выходы с первичных измерительных преобразователей силы и напряжения переменного и постоянного тока.

Структура условного обозначения:

ЦТТН – А – Б – В – Г – Д – Е – Ж – З – И – К – Л – М – Н – О – П.

Расшифровка структуры условного обозначения трансформатора представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Структура условного обозначения трансформатора

ЦТТН	Обозначение типа: Трансформатор тока и напряжения комбинированный цифровой	
А	Исполнение прибора по способу установки	
	О	Опорного исполнения
	П	Подвесного исполнения
	Ш	Шинные (безопорное исполнение)
Б	Исполнение прибора по количеству измерительных фаз	
	1	Однофазное исполнение
	2	Двухфазное исполнение
	3	Трехфазное исполнение
В	Исполнение прибора по классу напряжения	
	6	6 кВ
	10	10 кВ
	15	15 кВ
	20	20 кВ

Продолжение таблицы 1

	24	24 кВ
	27	27 кВ
	35	35 кВ
	110	110 кВ
	150	150 кВ
	220	220 кВ
Г	Номинальный ток, А	
Д	Класс точности по напряжению для коммерческого учета	
Е	Класс точности по напряжению для релейной защиты	
Ж	Класс точности по току для коммерческого учета электроэнергии	
З	Класс точности по току с предельной кратностью для релейной защиты	
И	Климатическое исполнение и категория размещения	
	У1 по ГОСТ 15150-69	для работы на открытом воздухе (от -45 до +40 °С )
	УХЛ1 по ГОСТ 15150-69	для работы на открытом воздухе (от -60 до +40 °С )
	У2 по ГОСТ 15150-69	для работы в помещениях (от -45 до +40 °С )
	УХЛ2 по ГОСТ 15150-69	для работы в помещениях (от -60 до +40 °С )
	П	для работы в помещениях (-10 до +40 °С )
К	Тип используемых выходов, комбинация из символов	
	U	Аналоговый выход – выходной сигнал напряжения переменного и постоянного тока, с указанием напряжения в вольтах (выполняется по согласованию)
	I	Аналоговый выход – выходной сигнал сила переменного и постоянного тока, с указанием номинального тока в амперах (выполняется по согласованию)
	D	Цифровые выходы с указанием числа выходов
Л	Тип источника питания	
	1	Один универсальный вход 220 В постоянного или переменного тока
	2	Два универсальных входа 220 В постоянного или переменного тока
	B	Высоконадежный резервированный блок питания
М	Наличие резервирования	
	- (Без символа)	Без резервирования
	P	С двойным резервированием – два комплекта первичных преобразователей тока и напряжения в едином измерительном узле с резервированными электронными блоками
Н	Наличие устройства отображения информации	
	- (Без символа)	Без устройства отображения результатов
	D	С устройством отображения результатов с дисплеем
О	Расположение электронного блока на стороне низкого напряжения	
	- (Без символа)	В основании колонны
	OK	В отдельном корпусе

Продолжение таблицы 1

П	Количество измерительных узлов	
	- (Без символа)	Один
	2	Два (в состав первого измерительного узла входят первичные измерительные преобразователи силы тока (находящиеся в голове одной из изоляционных колонн), в состав второго входят делители напряжения, находящиеся внутри второй изоляционной колонны)

Пример условного обозначения:

ЦТТН – О – 3 – 110 – 2000 – 0.2 – 3Р– 0.2S – 5ТРЕ51 – УХЛ1 – П1-D2 – 2 – Р – Д.

Трансформатор тока и напряжения комбинированный цифровой ЦТТН, в опорном и трехфазном исполнении, на класс напряжения 110 кВ, с номинальным током 2000 А, с классом точности по напряжению 0,2 для коммерческого учета и 3Р для релейной защиты, с классом точности по току 0,2S для коммерческого учета и 5ТРЕ с предельной кратностью 51 для релейной защиты, для наружной установки с рабочим температурным диапазоном от минус 60 до плюс 40 °С, с аналоговым выходом по току 1 А и двумя цифровыми выходами, с резервированием аналогового и цифрового каналов, с устройством отображения результатов измерений, электронный блок на стороне низкого напряжения расположен в основании колонны, количество измерительных узлов 1.

Места пломбирования трансформаторов представлены на рисунках 1-9.

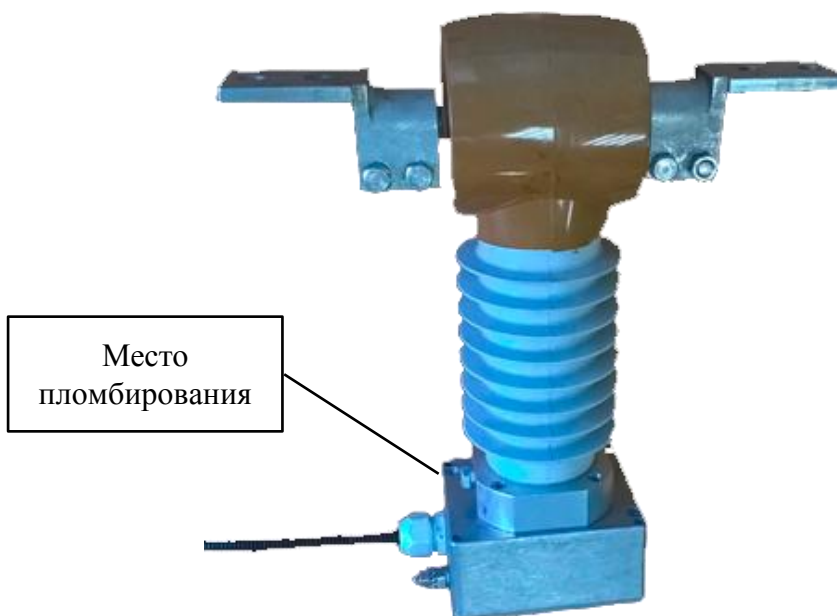


Рисунок 1 – Внешний вид исполнения ЦТТН 6(10)-35 кВ опорного исполнения в едином корпусе

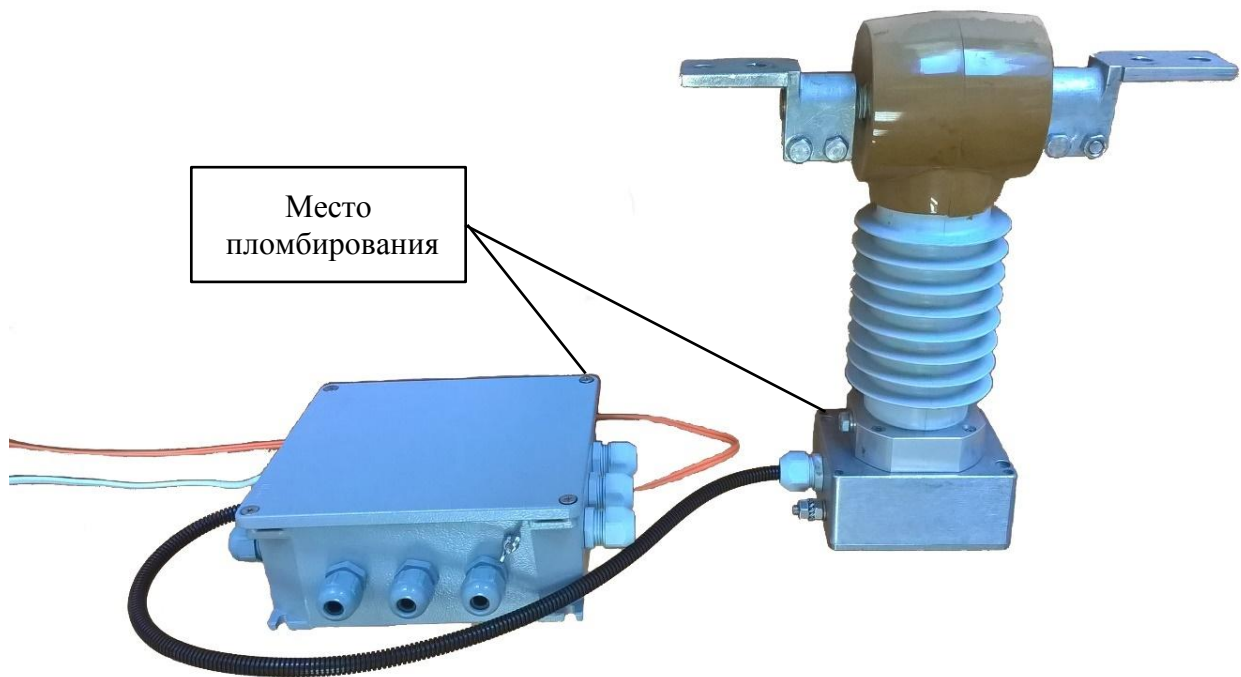


Рисунок 2 – Внешний вид исполнения ЦТТН 6(10) -35 кВ опорного исполнения с электронным блоком, выполненным в отдельном корпусе

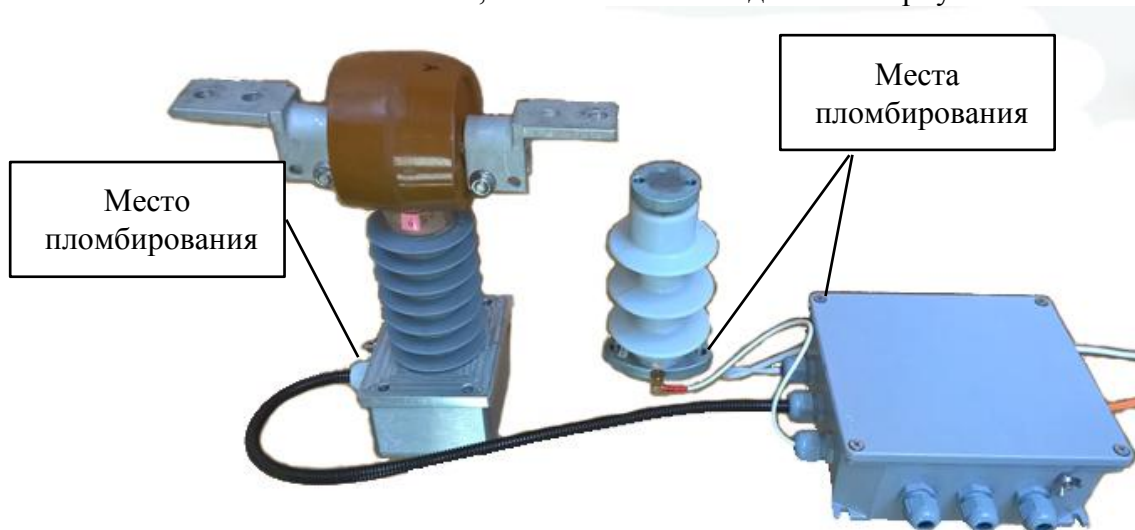


Рисунок 3 – Внешний вид ЦТТН 6(10) -35 кВ опорного исполнения с двумя измерительными узлами для измерения силы тока и напряжения с электронным блоком, выполненным в отдельном корпусе

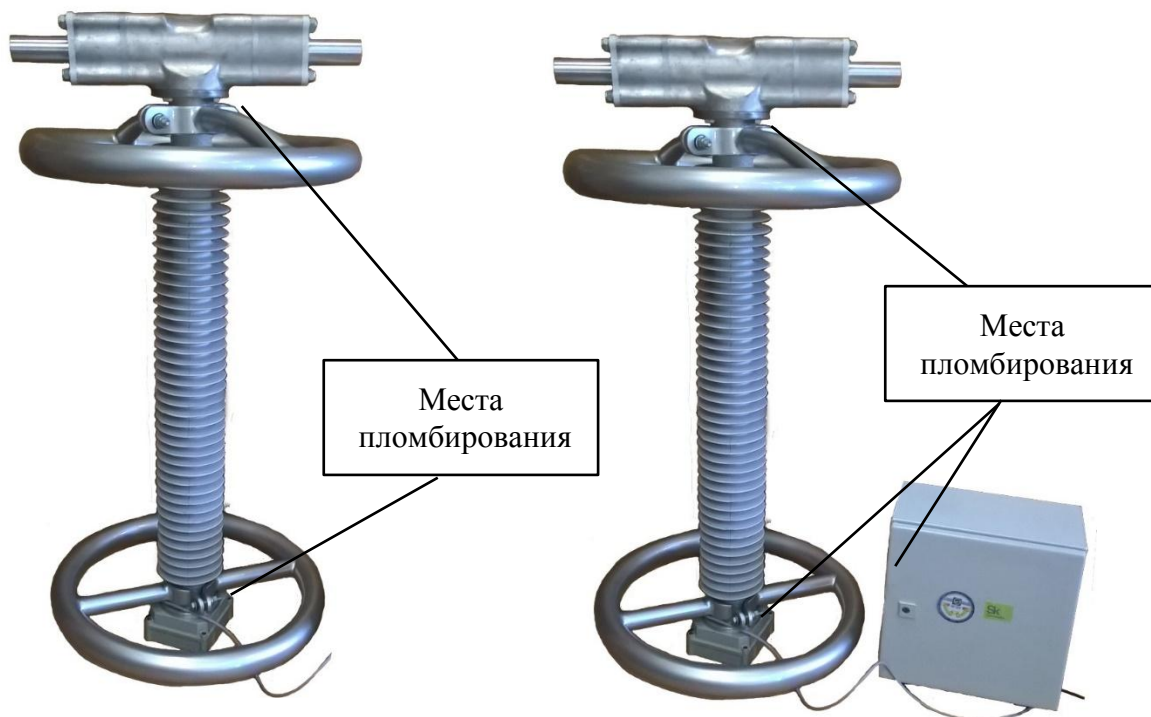


Рисунок 4 – Внешний вид исполнения ЦТТН 35 – 220 кВ опорного исполнения с электронными блоками в голове и основании колонны

Рисунок 5 – Внешний вид исполнения ЦТТН 35 – 220 кВ опорного исполнения с электронным блоком в отдельном шкафу



Рисунок 6 – Внешний вид исполнения ЦТТН 35 – 220 кВ в виде двух измерительных узлов силы тока и напряжения.



Рисунок 7 – Внешний вид исполнения ЦТТН 6(10) -35 кВ подвесного исполнения (электронный блок, выполненный в отдельном корпусе представлен на рисунках 2 и 5).



Рисунок 8 – Внешний вид исполнения ЦТТН 35 – 110 кВ подвесного исполнения (электронный блок, выполненный в отдельном корпусе представлен на рисунках 2 и 5).

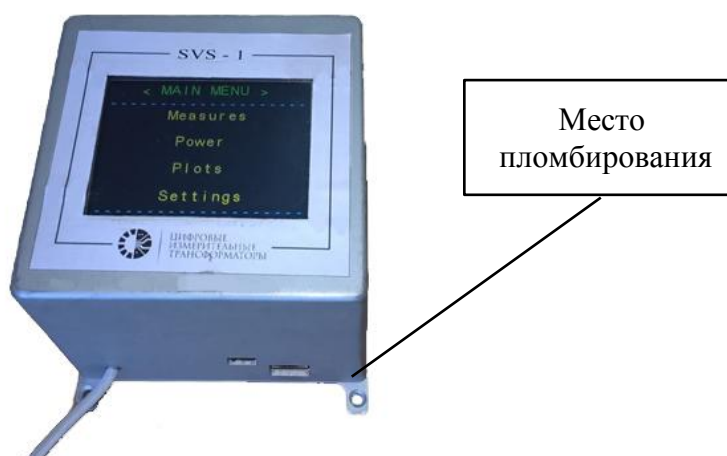


Рисунок 9 – Устройство отображения результатов измерений ЦТТН 6(10) -220 кВ.

### Программное обеспечение

Встроенное программное обеспечение (далее по тексту – ПО) трансформаторов представляет собой набор микропрограмм, предназначенных для обеспечения нормального функционирования аппарата, управления интерфейсом и т.д. Данное ПО имеет метрологически значимые и незначимые части.

Уровень защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «Высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Идентификационные данные встроенного ПО приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики встроенного ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	cttn_vvch_4ch.bin
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	1.1.0

### Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики трансформаторов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические характеристики трансформаторов

Наименование характеристики	Значение
Номинальные значения напряжения переменного тока $U_{ном}$ , кВ: - для исполнения ЦТТН - ...– 6 - для исполнения ЦТТН - ...– 10 - для исполнения ЦТТН - ...– 15 - для исполнения ЦТТН - ...– 20 - для исполнения ЦТТН - ...– 24 - для исполнения ЦТТН - ...– 27 - для исполнения ЦТТН - ...– 35 - для исполнения ЦТТН - ...– 110 - для исполнения ЦТТН - ...– 150 - для исполнения ЦТТН - ...– 220	6/ $\sqrt{3}$ 10/ $\sqrt{3}$ 15/ $\sqrt{3}$ 20/ $\sqrt{3}$ 24/ $\sqrt{3}$ 27/ $\sqrt{3}$ 35/ $\sqrt{3}$ 110/ $\sqrt{3}$ 150/ $\sqrt{3}$ 220/ $\sqrt{3}$
Классы точности по напряжению согласно ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010	0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 3,0; 3Р; 6Р
Номинальные значения первичного тока, А	от 10 до 40 000
Классы точности по току согласно ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010	0,1; 0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3; 5; 5Р; 5ТРЕ; 10Р
Номинальная частота, Гц	50 или 60
Диапазон номинальных вторичных токов для аналогового токового выхода, А*	от 0,01 до 5
Диапазон номинальных вторичных напряжений для аналогового выхода по напряжению, В*	от 0,1 до 100
Предельное значение выходной мощности, не более, В·А	10
Количество измеряемых фаз*	от 1 до 3
Тип входа синхронизации времени	1PPS; PTP
Параметры электрического питания электронного блока: – напряжение переменного тока частотой 50 Гц, В – напряжение постоянного тока, В	220±22 220±22



Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение
Габаритные размеры (для однофазного исполнения), (длина×ширина×высота), мм, не более: - для исполнения ЦТТН - ...– 6 - для исполнения ЦТТН - ...– 10 - для исполнений ЦТТН - ...– 15, ЦТТН - ...– 20, ЦТТН - ...– 24, ЦТТН - ...– 27 - для исполнения ЦТТН - ...– 35 - для исполнения ЦТТН - ...– 110 - для исполнений ЦТТН - ...– 150, ЦТТН - ...– 220	300×150×400 300×150×400 1000×500×700** 1000×500×1000** 1000×650×1600** 1000×650×3000**
Масса (для однофазного исполнения), кг, не более: - для исполнения ЦТТН - ...– 6 - для исполнения ЦТТН - ...– 10 - для исполнений ЦТТН - ...– 15, ЦТТН - ...– 20, ЦТТН - ...– 24, ЦТТН - ...– 27 - для исполнения ЦТТН - ...– 35 - для исполнения ЦТТН - ...– 110 - для исполнений ЦТТН - ...– 150, ЦТТН - ...– 220	10 10 20 45 70 115
Габаритные размеры электронного блока, выполненного в отдельном корпусе, (длина×ширина×высота), мм, не более	1000×500×1500
Масса электронного блока, кг, не более	50
Климатическое исполнение: - «У1», «УХЛ1», «У2», «УХЛ2» - «П» при температуре окружающего воздуха, °С	по ГОСТ 15150-69 от -10 до +40
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	160000
Средний срок службы, лет, не менее	30*** в соответствии с ГОСТ 7746—2015
Примечания: * – определяется вариантом исполнения и конкретное значение указывается в паспорте; ** – размеры указаны с учетом экранных колец выравнивания потенциала; *** – срок указан для основных конструктивных элементов ЦТТН и предполагает по согласованию между потребителем и изготовителем возможность замены программного обеспечения и (или) электронного блока.	

**Знак утверждения типа**

наносится на табличку трансформаторов методом термопечати или трафаретной печати и (или) на титульные листы паспорта типографским способом.

**Комплектность средства измерений**

Комплектность трансформаторов представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Комплектность трансформаторов

Наименование	Обозначение	Количество
Трансформатор тока и напряжения комбинированный цифровой ЦТТН	-	1 шт.
Руководство по эксплуатации	САПМ.671200.301 РЭ	1 экз.
Паспорт	САПМ.671200.301 ПС	1 экз.
Методика поверки	САПМ.671200.301 МП	1 экз.
Упаковка	-	1 шт.

### **Поверка**

осуществляется согласно документу: САПМ.671200.301 МП «Трансформаторы тока и напряжения комбинированные цифровые ЦТТН. Методика поверки», утвержденному ООО «ИЦРМ» 24.07.2017 г.

Основные средства поверки:

- преобразователи напряжения измерительные высоковольтные емкостные масштабные ПВЕ-35 и ПВЕ-220 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 32575-11);
- трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-200 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 37898-08);
- установка поверочная векторная компарирующая УПВК-МЭ 61850 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 60987-15).

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки наносится в свидетельство о поверке или в паспорт.

### **Сведения о методиках (методах) измерений**

отсутствуют.

### **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к трансформаторам тока и напряжения комбинированным цифровым ЦТТН**

ГОСТ Р МЭК 60044-7-2010 Трансформаторы измерительные. Часть 7. Электронные трансформаторы напряжения

ГОСТ Р МЭК 60044-8-2010 Трансформаторы измерительные. Часть 8. Электронные трансформаторы тока

САПМ.671200.301 ТУ Трансформаторы тока и напряжения комбинированные цифровые ЦТТН. Технические условия