

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Устройства синхронизированных векторных измерений ТПА-02

#### Назначение средства измерений

Устройства синхронизированных векторных измерений ТПА-02 (далее по тексту – устройства) предназначены для измерений силы и напряжения электрического тока, угла фазового сдвига и фазового угла, определенного относительно секундных меток национальной шкалы времени UTC (SU), электрической мощности, коэффициента мощности и частоты в одно- и трехфазных электрических сетях, регистрации и архивирования результатов этих измерений.

#### Описание средства измерений

Устройства являются измерительными преобразователями многофункциональными, принцип действия которых заключается в аналого-цифровом преобразовании входных электрических сигналов, расчете синхрофазоров и параметров электрического режима и выдаче полученных данных по цифровым протоколам в режиме реального времени.

Устройства предназначены для применения в системах мониторинга переходных режимов (СМНР) и аварийных событий (РАС) и выполняют следующие основные функции:

- ввод аналоговых и дискретных сигналов;
- измерение синхрофазоров и параметров электрического режима;
- регистрация состояния дискретных сигналов;
- синхронизация внутренних часов при помощи сигналов от ГЛОНАСС/GPS;
- регистрация и осциллографирование аварийных событий;
- сбор и архивирование параметров электрического режима;
- ведение журнала событий;
- информационный обмен с центрами управления по цифровым протоколам;
- интерфейса человек-машина;
- непрерывная самодиагностика;
- формирование аварийно-предупредительной сигнализации и индикации;
- информационная безопасность.

Устройства состоят из:

- терминала ТПА-02 (с набором модулей ввода аналоговых сигналов переменного тока, модулей ввода дискретных сигналов);
- измерительных преобразователей УНЦ-2.1 или УНЦ-2.2.

Модули ввода аналоговых сигналов переменного тока имеют исполнения, отличающиеся диапазонами и погрешностью измерений.

Для ввода аналоговых сигналов напряжения постоянного тока в диапазоне от минус 150 до плюс 150 мВ и в диапазоне от минус 2250 до плюс 2250 В используется выносной измерительный преобразователь УНЦ-2.1. Для ввода аналоговых сигналов силы постоянного тока в диапазоне от минус 20 до плюс 20 мА используется выносной измерительный преобразователь УНЦ-2.2.

Устройства являются проектно-компонентными устройствами, комплектация заказа формируется с учетом указания модулей с требуемыми параметрами.

Структура расшифровки условного обозначения:

ТПА-02-КХХ-XXXXX

Устанавливаемые модули в порядке следования слева направо с задней стороны:

А – модуль ввода аналоговых сигналов переменного тока на четыре канала тока и четыре канала напряжения<sup>1</sup>;

D – модуль ввода 16 дискретных сигналов без режекции;

E – модуль ввода 16 дискретных сигналов с режекцией;

n – не используется

Код конструктива:

28 – два посадочных места для модулей ввода/вывода;

42 – пять посадочных мест для модулей ввода/вывода.

Примечание: <sup>1</sup>) модули типа «А» устанавливаются только в самые правые посадочные места в количестве до двух.

Общий вид устройств с указанием мест пломбирования, нанесения знака поверки представлен на рисунках 1, 2. Общий вид измерительных преобразователей УНЦ-2.1 и УНЦ-2.2 представлен на рисунке 3.

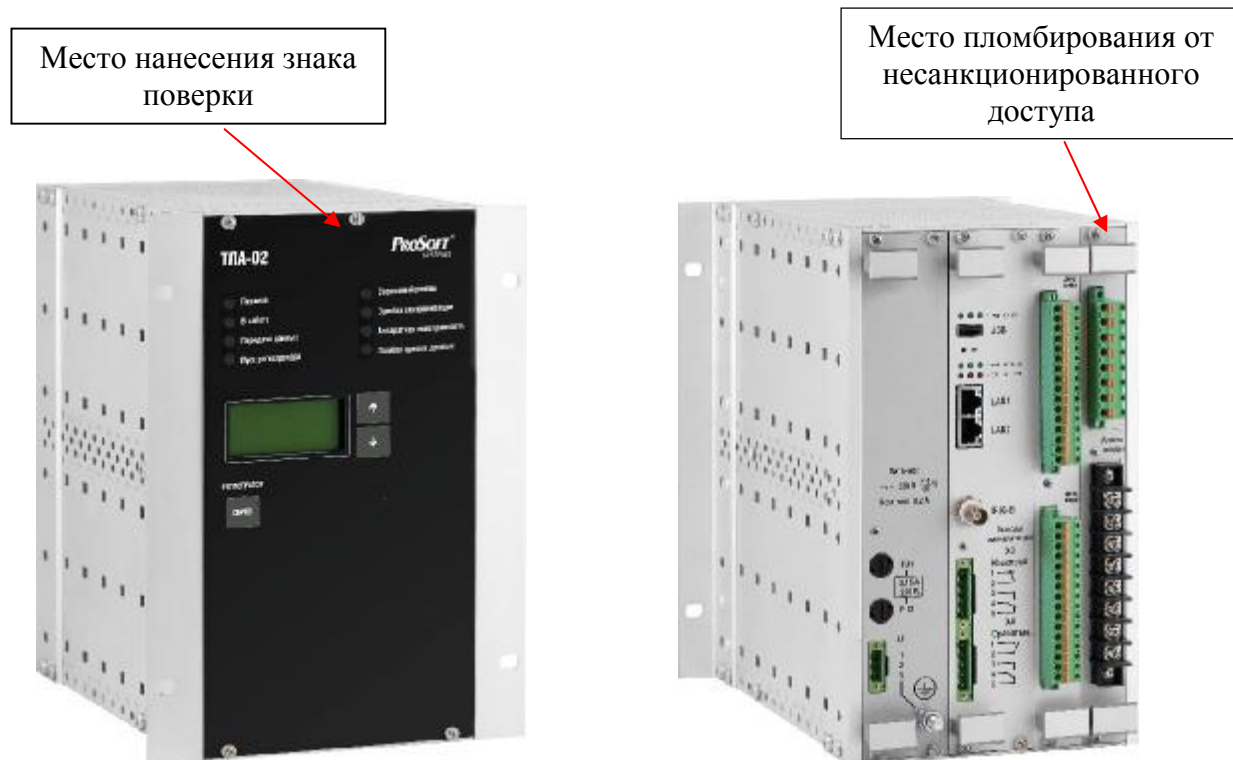


Рисунок 1 – Общий вид терминала ТПА-02 в конструктиве 28 с указанием места пломбирования и нанесения знака поверки

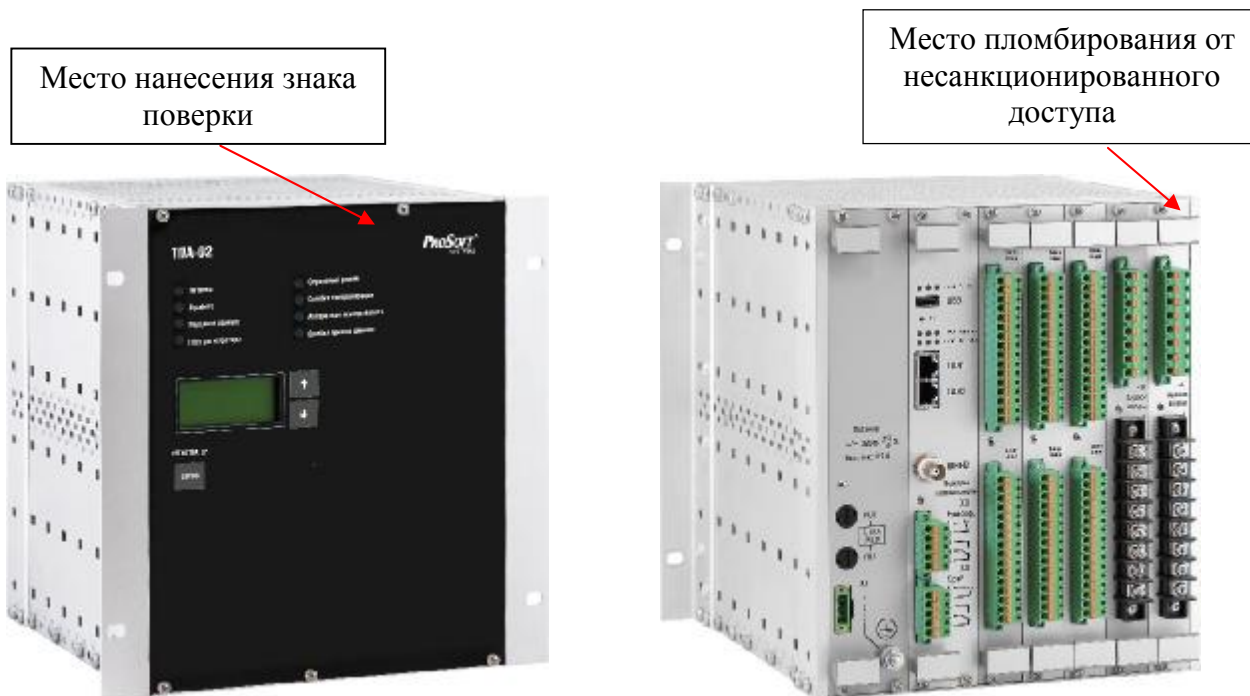


Рисунок 2 – Общий вид терминала ТПА-02 в конструктиве 42 с указанием места пломбирования и нанесения знака поверки



Рисунок 3 – Общий вид измерительных преобразователей УНЦ-2.1 и УНЦ-2.2

### Программное обеспечение

Программное обеспечение (далее по тексту – ПО) устройств делится на метрологически значимую и метрологически незначимую части.

Метрологически значимая часть ПО аппаратно защищена от случайных и преднамеренных изменений, что исключает возможность его несанкционированной настройки и вмешательства, приводящих к искажению результатов измерений. Для защиты метрологически значимой части ПО применяются следующие меры: отсутствие возможности изменения ПО без нарушения пломб изготовителя, наличие встроенного средства защиты информации – программного модуля «Апрель».

Устройства поддерживают следующие протоколы передачи данных: IEEE C37.118, МЭК 61850-8-1 (GOOSE), МЭК 61850-8-1 (MMS), МЭК 61870-5-104.

Результаты измерений и расчётов отображаются на дисплее терминала ТПА-02 или на персональном компьютере с помощью ПО.

Для просмотра данных и конфигурирования устройств применяется программа «SignW». Данное ПО не является метрологически значимым и предназначено для внесения изменений и дополнений, настройки протоколов обмена данными не влияющих на метрологические характеристики устройств.

Идентификационные данные метрологически значимой части ПО устройств представлены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	c37_118.so
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 1.4
Цифровой идентификатор ПО	-

Уровень защиты метрологически значимой части ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

### Метрологические и технические характеристики

Устройства имеют диапазон индикации при измерении напряжения и силы переменного тока, электрической мощности в диапазоне от 0 до нижней границы диапазона измерений (т.е. измеренные значения отображаются с ненормируемой погрешностью).

Пределы допускаемых погрешностей измерений характеристик переменного тока нормируются для основной гармоники с частотой в диапазоне от 45 до 55 Гц.

Таблица 2 – Метрологические характеристики устройств

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Пределы допускаемой погрешности измерения приведенной <sup>1)</sup> $\gamma$ (%), относительной $\delta$ (%), абсолютной $\Delta$	Примечание
Напряжение постоянного тока	от -150 до +150 мВ	$\Delta = \pm 0,15$	УНЦ-2.1
	от -1000 до +1000 В	$\Delta = \pm 1,0$	
	от -2250 до +2250 В	не нормируется	
Сила постоянного тока	от -20 до +20 мА	$\Delta = \pm 0,02$	УНЦ-2.2
Действующее значение напряжения переменного тока <sup>2)</sup>	$(от\ 0,05\ до\ 2,5) \cdot U_H$	$\delta = \pm 0,1$	$U_H$ <sup>7)</sup> = 100 В
Действующее значение силы переменного тока <sup>3)</sup>	$(от\ 0,01\ до\ 1,5) \cdot I_H$	$\delta = \pm 0,1$	$I_H$ <sup>8)</sup> = 1 А
	$(от\ 0,04\ до\ 40) \cdot I_H$	$\gamma = \pm 0,4$	
	$(от\ 0,01\ до\ 1,5) \cdot I_H$	$\delta = \pm 0,1$	$I_H = 5\ А$
	$(от\ 0,01\ до\ 10) \cdot I_H$	$\gamma = \pm 0,4$	
	$(от\ 0,04\ до\ 40) \cdot I_H$	$\gamma = \pm 1,0$	
Электрическая мощность <sup>4)</sup>	$(от\ 0,01\ до\ 3,75) \cdot I_H \cdot U_H$	$\delta = \pm 0,2$	$U_H = 100\ В$ $I_H = 1; 5\ А$
Коэффициент мощности	от -1 до +1	$\Delta = \pm 0,01$	-
Частота переменного тока	от 45 до 55 Гц	$\Delta = \pm 0,001$	-
Фазовый угол <sup>5)</sup>	от 0 до 360 °	$\Delta = \pm 0,1$	-
Угол сдвига фаз <sup>6)</sup>	от 0 до 360 °	$\Delta = \pm 0,1$	-

Окончание таблицы 2

<p>Примечания:</p> <p>1) за нормирующее значение принимается верхнее значение диапазона измерений;</p> <p>2) действующее значение фазного и линейного напряжения переменного тока, напряжения переменного тока прямой, обратной, нулевой последовательности;</p> <p>3) действующее значение силы переменного тока, силы переменного тока прямой, обратной, нулевой последовательности; измерение действующего значения силы переменного тока прямой обратной и нулевой последовательности производится только для диапазона (от 0,01 до 1,5)·<math>I_n</math></p> <p>4) пофазная и суммарная активная (Вт), реактивная (вар), полная (В·А) электрическая мощность (В·А); активная (Вт), реактивная (вар), полная (В·А) электрическая мощность прямой, обратной и нулевой последовательности;</p> <p>5) фазовый угол синусоидального сигнала, определенный относительно секундных меток шкалы времени, воспроизводимой глобальными навигационными спутниковыми системами;</p> <p>6) фазовый сдвиг между синусоидальными сигналами на любых двух аналоговых входах;</p> <p>7) номинальное значение напряжения переменного тока;</p> <p>8) номинальное значение силы переменного тока.</p>
---

Таблица 3 – Основные технические характеристики устройств

Наименование характеристики	Значение
Максимальная частота оцифровки входных, электрически подключаемых, регистрируемых сигналов, кГц на канал	50
Максимальная длительность записи доаварийного режима, с	60
Максимальная длительность записи аварийного режима, мин	9
Максимальная длительность непрерывной записи аварийного режима, мин	10
Суммарная длительность одновременно хранимых в энергонезависимой памяти осциллограмм, часов, не менее	4
Поддерживаемые протоколы синхронизации времени	IRIG-B IETF RFC 5905 (NTP, SNTP)
Отклонение шкалы системного времени от шкалы астрономического времени при синхронизации по NTP (SNTP), мс	±1
Отклонение шкалы системного времени от шкалы астрономического времени при синхронизации по IRIG-B, мкс	±1
Отклонение шкалы системного времени от шкалы астрономического времени при автономном хранении, с/сутки	±1
Время готовности к работе, с, не более	30
Поддерживаемые цифровые протоколы передачи данных	IEEE C37.118 МЭК 61850-8-1 (GOOSE) МЭК 61850-8-1 (MMS) МЭК 61870-5-104
Частота выдачи синхрофазоров в реальном времени по протоколу IEEE C37.118, Гц	1, 10, 25, 50, 100, 200, 250

Окончание таблицы 3

Наименование характеристики	Значение
Рабочие условия измерений: – температура окружающего воздуха, °С – относительная влажность воздуха при температуре +25 °С, % – максимальная высота над уровнем моря, м	от +1 до +45 до 80 2 000
Параметры электрического питания: – напряжение постоянного тока, В – напряжение переменного тока, В – частота переменного тока, Гц	от 120 до 370 от 85 до 264 от 47 до 63
Потребляемая мощность, Вт, не более	30
Габаритные размеры (ширина ´ высота ´ глубина), мм, не более: – для конструктива 42 – для конструктива 28 – для измерительных преобразователей УНЦ-2.1 и УНЦ-2.2.	270´ 267´ 258 199´ 267´ 258 85´ 105´ 140
Масса, кг, не более: – терминал ТПА-02 – измерительные преобразователи УНЦ-2.1 и УНЦ-2.2.	6,5 4
Средний срок службы, лет	25
Средняя наработка на отказ, ч	125000

**Знак утверждения типа**

наносится на переднюю панель устройств самоклеящейся этикеткой, на титульный лист эксплуатационных документов – печатным способом.

**Комплектность средства измерений**

Таблица 4 – Комплектность устройств

Наименование	Обозначение	Количество
Устройство синхронизированных векторных измерений ТПА-02	ПБКМ.421451.006	1 шт.
Измерительный преобразователь УНЦ-2.1 или УНЦ-2.2	-	1 шт.
Руководство по эксплуатации	ПБКМ.421451.006 РЭ	1 экз.
Паспорт	ПБКМ.421451.006 ПС	1 экз.
Руководство пользователя	ПБКМ.421445.023 Д035	1 экз.
Методика поверки	ПБКМ.421451.006 МП	1 экз. <sup>1)</sup>
USB-флеш-накопитель с программным обеспечением и документацией в электронном виде	-	1 шт.
Запасные части и инструментальные принадлежности по Ведомости ЗИП	-	1 комплект <sup>2)</sup>
Примечания 1) поставляется по требованию заказчика; 2) состав комплекта ЗИП определяется по согласованию с заказчиком.		

## **Поверка**

осуществляется по документу ПБКМ.421451.006 МП «Устройства синхронизированных векторных измерений ТПА-02. Методика поверки», утвержденному ООО «ИЦРМ» 14.02.2020 г.

Основные средства поверки:

- комплекс программно-технический измерительный РЕТОМ™-61.1 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 77226-20);
- установка многофункциональная измерительная СМС 256 plus (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 26170-09);
- калибратор универсальный 9100 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 25985-09);
- калибратор переменного тока «Ресурс-К2М» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 31319-12);
- прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный «Энергомонитор 3.1КМ» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 52854-13);
- осциллограф цифровой люминофорный TDS3014B (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 24021-02);
- сервер синхронизации времени ССВ-1Г (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 58301-14).

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

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) в паспорт и на корпус устройства в виде наклейки, как показано на рисунке 1.

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

приведены в эксплуатационном документе.

## **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к устройствам синхронизированных векторных измерений ТПА-02**

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ПБКМ.421451.006 ТУ Устройства синхронизированных векторных измерений ТПА-02. Технические условия

## **Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью «Прософт-Системы»  
(ООО «Прософт-Системы»)

Адрес: 620102, г. Екатеринбург, ул. Волгоградская, 194 а

ИНН 6660149600

Телефон: +7 (343) 356-51-11

Факс: +7 (343) 310-01-06

Web-сайт: [www.prosoftsystems.ru](http://www.prosoftsystems.ru)

E-mail: [info@prosoftsystems.ru](mailto:info@prosoftsystems.ru)

**Испытательный центр**

Общество с ограниченной ответственностью «Испытательный центр разработок в области метрологии» (ООО «ИЦРМ»)

Юридический адрес: 117546, г. Москва, Харьковский проезд, д.2, офис 216

Телефон: +7 (495) 278-02-48

E-mail: [info@ic-rm.ru](mailto:info@ic-rm.ru)

Аттестат аккредитации ООО «ИЦРМ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311390 от 18.11.2015 г.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п. « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.