

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Преобразователи магнитные поплавковые «ПМП»

Назначение средства измерений

Преобразователи магнитные поплавковые «ПМП» (далее по тексту – преобразователи ПМП) предназначены для измерений уровня, температуры и плотности жидких сред в емкостях и резервуарах, а также измерений объема, массы нефтепродуктов.

Описание средства измерений

Преобразователь ПМП состоит из оболочки, расположенного в ней электронного блока, устройства крепления, поплавков и ограничителей хода поплавков. Оболочка преобразователя ПМП имеет корпус и цилиндрическую направляющую, на которой устанавливается устройство крепления, поплавки и ограничители хода поплавков. Электронный блок преобразователя ПМП состоит из блока датчиков и блока обработки сигналов. Блок датчиков расположен внутри направляющей и содержит магниточувствительные элементы и датчики температуры. Блок обработки сигналов расположен внутри корпуса оболочки преобразователя ПМП. Поплавки преобразователя ПМП содержат магниты.

Принцип измерений уровня и плотности следующий. Поплавки с магнитами и магниточувствительные элементы блока датчиков образуют датчики уровня. Поплавки в рабочем состоянии свободно скользят по поверхности направляющей и принимают положение по её длине в зависимости от уровня жидкости, уровня раздела сред и плотности жидкости. Диапазон перемещения поплавков ограничивается ограничителями хода поплавков. Магниты, находящиеся в поплавках, воздействуя на магниточувствительные элементы, генерируют в них сигналы, соответствующие положению поплавков, т.е. соответствующие уровню жидкости и (или) уровню раздела сред.

Измерения плотности осуществляется с помощью поплавка плотности, глубина погружения поплавка плотности или его подвижной части зависит от плотности жидкости. По положению поплавка плотности или его подвижной части определяется глубина погружения и, соответственно, плотность.

Измерения температуры осуществляется с помощью интегральных датчиков температуры.

Измерения массы и объема в резервуарах (мерах вместимости) производятся преобразователем ПМП (вариант исполнения ПМП-201) косвенным методом статических измерений по измеренным значениям уровня, температуры, плотности, измерения объема производится с использованием градуировочных таблиц резервуаров.

Сигналы блока датчиков (датчиков уровня и температуры) преобразуются блоком обработки в выходные сигналы преобразователя ПМП.

Преобразователь ПМП имеет восемь вариантов исполнения в зависимости от типа магниточувствительного элемента, измеряемых величин и конструктивных особенностей. Варианты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Вариант исполнения	Тип магнито-чувствительного элемента	Измеряемые величины	Конструктивные особенности
ПМП-201	Магнито-стрикционный	Уровень жидкости, уровень раздела сред, температура, плотность жидкости, объем и масса нефтепродуктов	Выходной сигнал – цифровой
ПМП-118	Герконо-резистивный	Уровень жидкости или уровень раздела сред, температура жидкости	Выходной сигнал – цифровой
ПМП-128	Герконо-резистивный	Уровень жидкости, уровень раздела сред, температура жидкости	Выходной сигнал – цифровой, сборная конструкция направляющей (собирается из соединителей и зондов)
ПМП-062	Герконо-резистивный	Уровень жидкости или уровень раздела сред	Выходной сигнал – аналоговый унифицированный токовый, есть контакты сигнализации уровня
ПМП-063	Герконо-резистивный	Уровень жидкости или уровень раздела сред	Выходной сигнал – аналоговый унифицированный токовый, совместимый цифровой сигнал на базе протокола HART
ПМП-076	Герконо-резистивный	Уровень жидкости или уровень раздела сред	Выходной сигнал – аналоговый по напряжению, есть контакты сигнализации уровня
ПМП-118-ВЦ	Герконо-резистивный	Уровень жидкости, температура жидкости	Встроенный индикатор для отображения измеряемых величин, автономное питание
ПМП-118-2ПИ-3В	Герконо-резистивный	Уровень жидкости, температура жидкости	Встроенный и дополнительный индикатор для отображения измеряемых величин, автономное питание

Сокращённое условное обозначение и заводской номер преобразователя наносятся на информационную табличку, размещенную на корпусе преобразователя, в буквенно-цифровом формате, способом лазерной или ударно-точечной маркировки.

Пломбирование преобразователей не предусмотрено.

Нанесение знака поверки на преобразователи не предусмотрено.

Общий вид преобразователя ПМП-201 приведён на рисунке 1.

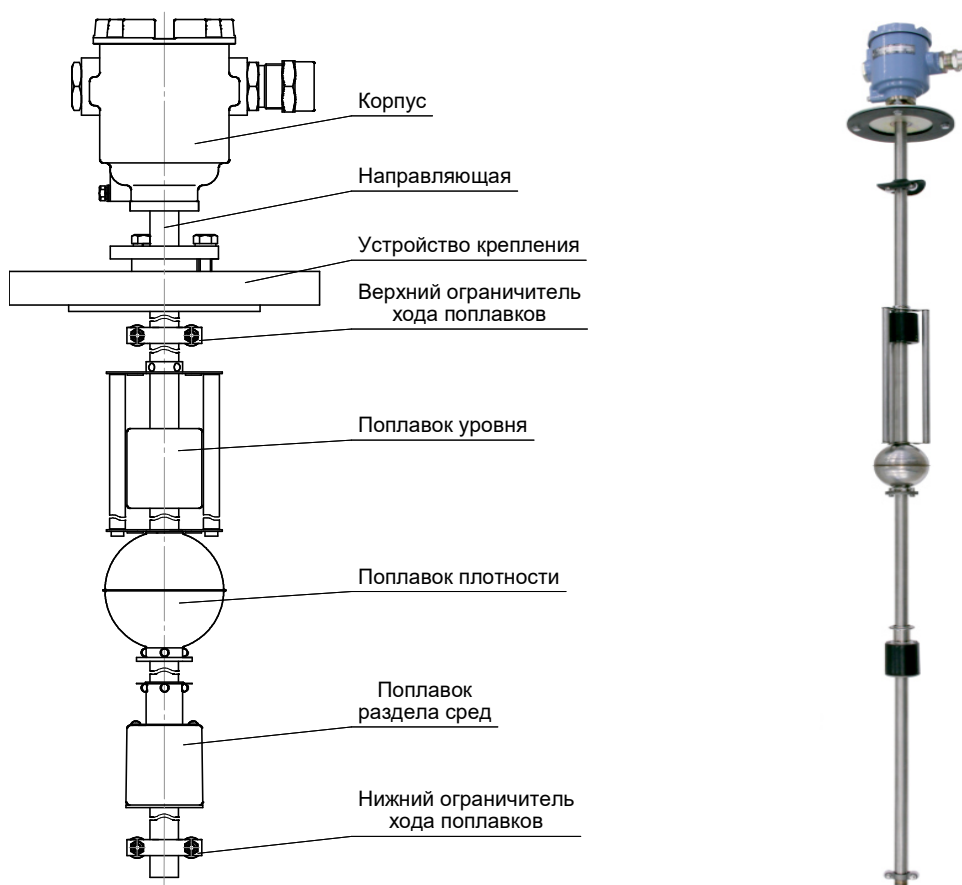
Варианты исполнения преобразователя ПМП-201:

ПМП-201А-В-С-D-E-LF G-H-I-J-K-Modbus,

- где А – код варианта исполнения корпуса преобразователя;
В – код, определяющий количество и вариант исполнения кабельных вводов корпуса;
С – код комплекта монтажных частей кабельных вводов;
D – код, определяющий материал и покрытие элементов корпуса преобразователя;
Е – код варианта исполнения устройства крепления преобразователя;
LF – код, определяющий длину направляющей преобразователя;
G – код варианта исполнения датчика уровня преобразователя;
Н – код поплавка уровня;
I – код поплавка плотности;

Л – код поплавок раздела сред;
К – код, определяющий количество и тип датчиков температуры;
Modbus – указывается для исполнений, имеющих выходной сигнал на базе протокола Modbus.

Примечание – Коды вариантов исполнений по умолчанию не указываются.



Примечания

1 Для вариантов исполнения конструкция корпуса, устройства крепления, поплавков, ограничителей хода поплавков может отличаться от представленной на рисунке.

2 У вариантов исполнения могут отсутствовать поплавок плотности, поплавок раздела сред или поплавок уровня.

Рисунок 1 – Общий вид преобразователя ПМП-201

Общий вид преобразователя ПМП-118 вид преобразователя ПМП-118 приведён на рисунке 2. Варианты исполнения преобразователя ПМП-118:

ПМП-118А-В-С-Д-Е-LF G-h-ht-T-H-K-Modbus,

где А – код варианта исполнения корпуса преобразователя;
В – код, определяющий количество и вариант исполнения кабельных вводов корпуса;
С – код комплекта монтажных частей кабельных вводов;
Д – код, определяющий материал и покрытие элементов корпуса преобразователя;
Е – код варианта исполнения устройства крепления преобразователя;
LF – код, определяющий длину направляющей преобразователя;
G – код варианта исполнения датчика уровня преобразователя;
h – код, определяющий величину верхней неизмеряемой зоны;
ht – код, определяющий расстояние от уплотнительной поверхности устройства крепления до корпуса преобразователя;

Т – код погрешности измерений уровня;
Н – код поплавка уровня или поплавок раздела сред;
К – код, определяющий количество и тип датчиков температуры;
Modbus – указывается для исполнений, имеющих выходной сигнал на базе протокола Modbus.

Примечание - Коды вариантов исполнений по умолчанию не указываются.

Примечание - Для вариантов исполнения конструкция корпуса, устройства крепления, поплавок, ограничителей хода поплавка может отличаться от представленной на рисунке.

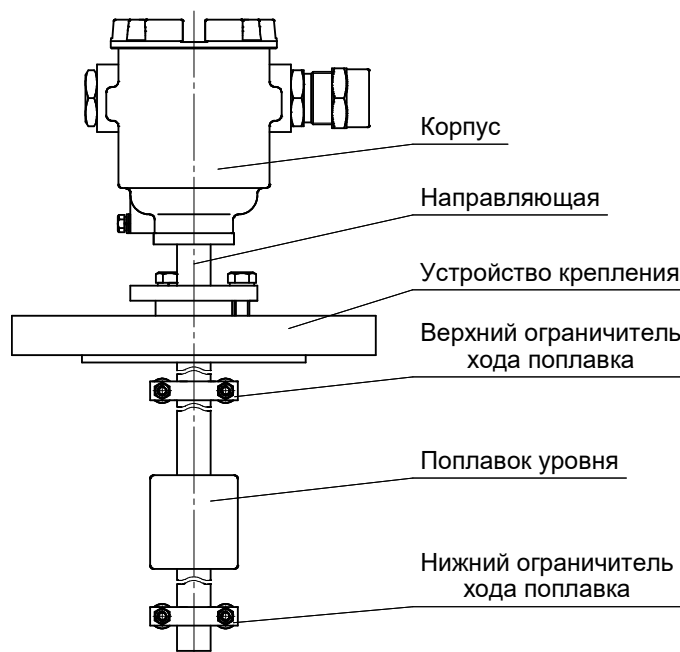


Рисунок 2 – Общий вид преобразователей ПМП-118, ПМП-062, ПМП-063, ПМП-076

Общий вид преобразователя ПМП-128 приведён на рисунке 3. Варианты исполнения преобразователя ПМП-128:

ПМП-128А-В-С-D-E-N Z3-O Z1,5-P Z0,75-Q C1-S C0,5-U C0,25-H-J

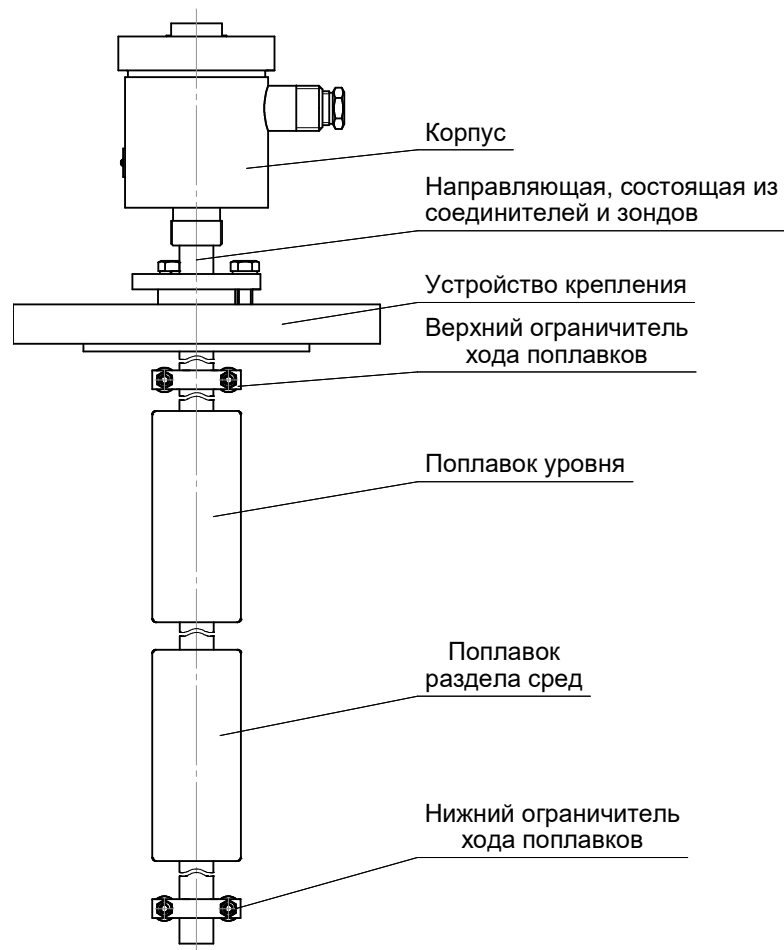
где А – код варианта исполнения корпуса преобразователя;
В – код, определяющий количество и вариант исполнения кабельных вводов корпуса;
С – код комплекта монтажных частей кабельных вводов;
D – код, определяющий материал и покрытие элементов корпуса преобразователя;
Е – код варианта исполнения устройства крепления преобразователя;
N – количество зондов длиной 3 м;
О – количество зондов длиной 1,5 м;
Р – количество зондов длиной 0,75 м;
Q – количество соединителей длиной 1 м;
S – количество соединителей длиной 0,5 м;
U – количество соединителей длиной 0,25 м;
Т – код погрешности измерений уровня;
Н – код поплавка уровня;
J – код поплавка раздела сред.

Примечания

1 Коды вариантов исполнений по умолчанию не указываются.

2 При отсутствии зондов длиной 3, 1,5 или 0,75 м соответствующие им обозначения Z3, Z1,5 или Z0,75 не указываются.

3 При отсутствии соединителей длиной 1, 0,5 или 0,25 м соответствующие им обозначения C1, C0,5 или C0,25 не указываются.



Примечание - Для вариантов исполнения конструкция корпуса, устройства крепления, поплавков, ограничителей хода поплавков может отличаться от представленной на рисунке.

Рисунок 3 – Общий вид преобразователя ПМП-128

Общий вид преобразователя ПМП-062 приведён на рисунке 2.

Варианты исполнения преобразователя ПМП-062:

ПМП-062A-B-C-D-E-LF G-h-ht-T-H-V

- где А – код варианта исполнения корпуса преобразователя;
В – код, определяющий количество и вариант исполнения кабельных вводов корпуса;
С – код комплекта монтажных частей кабельных вводов;
D – код, определяющий материал и покрытие элементов корпуса преобразователя;
Е – код варианта исполнения устройства крепления преобразователя;
LF – код, определяющий длину направляющей преобразователя;
G – код варианта исполнения преобразователя;
h – код, определяющий величину верхней неизмеряемой зоны;
ht – код, определяющий расстояние от уплотнительной поверхности устройства крепления до корпуса преобразователя;
Т – код погрешности измерений уровня;

- Н – код поплавка уровня или раздела сред;
V – код, определяющий вариант исполнения контактов сигнализации уровня.
Примечание – Коды вариантов исполнений по умолчанию не указываются.

Общий вид преобразователя ПМП-063 приведён на рисунке 2.

Варианты исполнения преобразователя ПМП-063:

ПМП-063A-B-C-D-E-LF G-h-ht-T-H

- где А – код варианта исполнения корпуса преобразователя;
В – код, определяющий количество и вариант исполнения кабельных вводов корпуса;
С – код комплекта монтажных частей кабельных вводов;
D – код, определяющий материал и покрытие элементов корпуса преобразователя;
Е – код варианта исполнения устройства крепления преобразователя;
LF – код, определяющий длину направляющей преобразователя;
G – код, варианта исполнения преобразователя;
h – код, определяющий величину верхней неизмеряемой зоны;
ht – код, определяющий расстояние от уплотнительной поверхности устройства крепления до корпуса преобразователя;
Т – код погрешности измерений уровня;
Н – код поплавка уровня или раздела сред.

Примечание – Коды вариантов исполнений по умолчанию не указываются.

Общий вид преобразователя ПМП-076 приведён на рисунке 2.

Варианты исполнения преобразователя ПМП-076:

ПМП-076A-B-C-D-E-LF G-h-T-R-Rв-H-V

- где А – код варианта исполнения корпуса преобразователя;
В – код, определяющий количество и вариант исполнения кабельных вводов корпуса;
С – код комплекта монтажных частей кабельных вводов;
D – код, определяющий материал и покрытие элементов корпуса преобразователя;
Е – код варианта исполнения устройства крепления преобразователя;
LF – код, определяющий длину направляющей преобразователя;
G – код варианта исполнения преобразователя;
h – код, определяющий величину верхней неизмеряемой зоны;
Т – код погрешности измерений уровня;
R – код, определяющий величину сопротивлений герконорезистивного преобразователя;
Rв – код, определяющий величину дополнительного сопротивления герконорезистивного преобразователя;

- Н – код поплавка уровня или раздела сред;
V – код, определяющий вариант исполнения контактов сигнализации уровня.
Примечание – Коды вариантов исполнений по умолчанию не указываются.

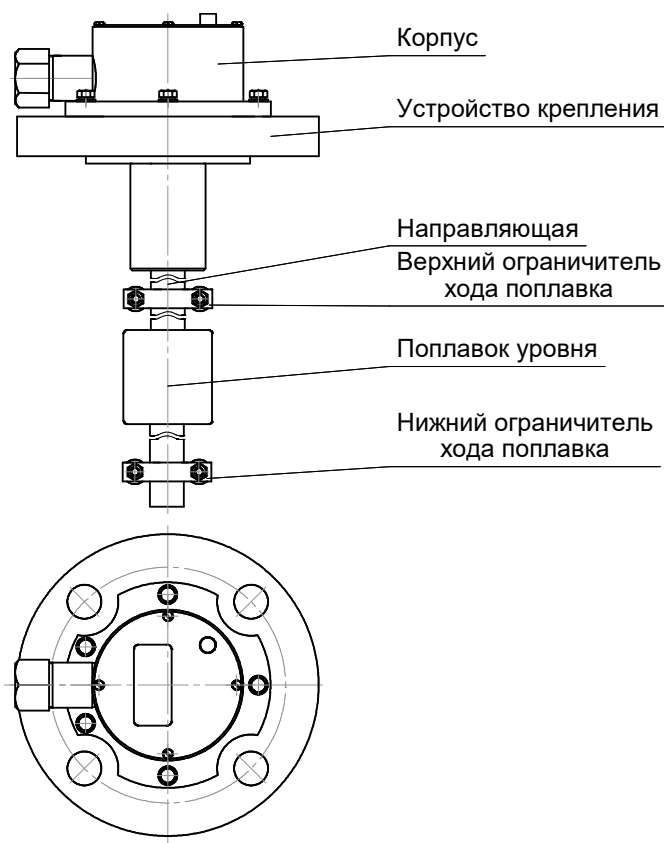
Общий вид преобразователя ПМП-118ВЦ приведён на рисунке 4.

Варианты исполнения преобразователей ПМП-118ВЦ:

ПМП-118-ВЦ-E-LF G- h-T-H-K

- где Е – код варианта исполнения устройства крепления преобразователя;
LF – код, определяющий длину направляющей преобразователя;
G – код варианта исполнения преобразователя;
h – код, определяющий величину верхней неизмеряемой зоны;
Т – код погрешности измерений уровня;
Н – код поплавка уровня или раздела сред;
К – код, определяющий количество датчиков температуры.

Примечание – Коды вариантов исполнений по умолчанию не указываются.



Примечание - Для вариантов исполнения конструкция корпуса, устройства крепления, поплавков, ограничителей хода поплавков может отличаться от представленной на рисунке.

Рисунок 4 – Общий вид преобразователя ПМП-118-ВЦ

Общий вид преобразователя ПМП-118-2ПИ-3В приведён на рисунке 5.

Варианты исполнения преобразователей ПМП-118-2ПИ-3В:

ПМП-118-2ПИ-3В-Е-LF G-h-T-H-K

где Е – код варианта исполнения устройства крепления преобразователя;

LF – код, определяющий длину направляющей преобразователя;

G – код варианта исполнения преобразователя;

h – код, определяющий величину верхней неизмеряемой зоны;

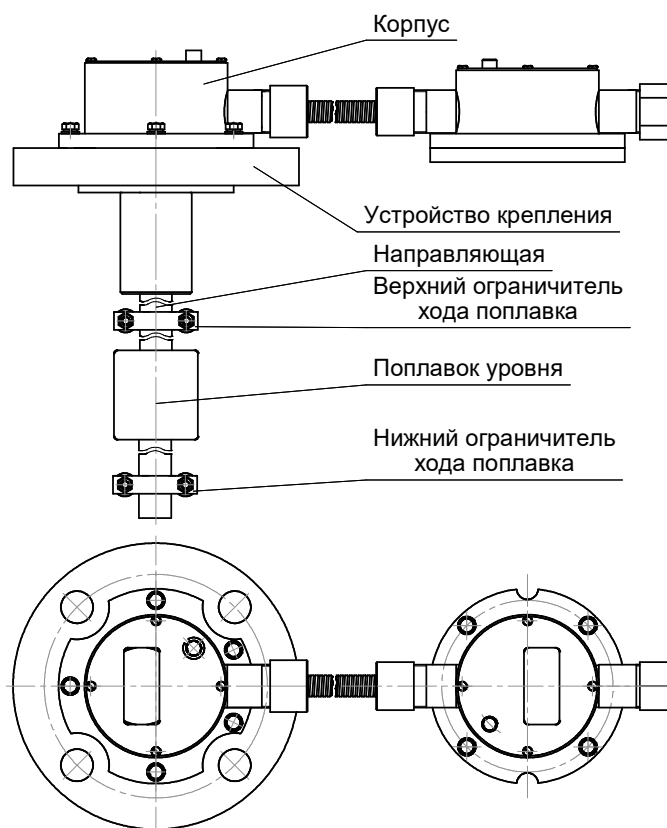
T – код погрешности измерений уровня;

H – код поплавка уровня или раздела сред.

K – код, определяющий количество датчиков температуры.

Примечание – Коды вариантов исполнений по умолчанию не указываются.

Преобразователи имеют взрывозащищенное исполнение.



Примечание – Для вариантов исполнения конструкция корпуса, устройства крепления, поплавка, ограничителей хода поплавка может отличаться от представленной на рисунке.

Рисунок 5 – Общий вид преобразователя ПМП-118-2ПИ-3В

Программное обеспечение

Преобразователи ПМП-201, ПМП-118, ПМП-128 и ПМП-063 имеют встроенное программное обеспечение (ПО), разработанное предприятием-изготовителем, которое устанавливается (записывается) в энергонезависимую память при изготовлении. В процессе эксплуатации данное ПО не может быть изменено, т.к. пользователь не имеет к нему доступа. Доступ к ПО со стороны пользователя ограничен.

ПО в целом является метрологически значимым и не может быть изменено преднамеренно или случайно. Параметры, влияющие на метрологические характеристики, защищены паролем. Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 2.

Таблица 2

Идентификационные данные (признаки)	Значение				
	ПМП-063	ПМП-118	ПМП-118 Modbus	ПМП-128	ПМП-201
Идентификационное наименование ПО	–	–	–	–	–
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже A140	не ниже A216	не ниже A260	не ниже A135	не ниже A32X*
Цифровой идентификатор ПО	–	–	–	–	–
* - последний индекс значения номера версии ПО допускает наличие значений, отвечающих за метрологически незначимую часть ПО.					

Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики приведены в таблице 3.

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение
Верхний предел измерений уровня преобразователей, м: - ПМП-201 - ПМП-118, ПМП-062, ПМП-076, ПМП-118-ВЦ, ПМП-118-2ПИ-3В, ПМП-063 - ПМП-128	до 10 до 6 до 25
Пределы допускаемой основной погрешности измерений уровня жидких сред, уровня раздела сред преобразователей: - ПМП-201 - ПМП-118, ПМП-128, ПМП-076, ПМП-118-ВЦ, ПМП-118-2ПИ-3В - ПМП-062 - ПМП-063	±1 мм при длине направляющей до 6 м (включительно), ±2 мм при длине направляющей свыше 6 м. ±5 мм для вариантов исполнения по умолчанию, ±10 мм для вариантов исполнения с кодом Т – «10». ±5 мм или ±0,2 % от диапазона выходного сигнала для вариантов исполнения по умолчанию, ±10 мм или ±0,2 % для вариантов исполнения с кодом Т – «10» (принимается большее значение). ±5 мм для выходного сигнала на базе протокола HART. ±5 мм или ±0,15 % от диапазона выходного сигнала для унифицированного токового сигнала и варианта исполнения по умолчанию, ±5 мм или ±0,1 % от диапазона выходного сигнала для унифицированного токового сигнала и варианта исполнения с кодом Т – «0,1» (принимается большее значение).
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений уровня сред, уровня раздела сред, обусловленной изменением температуры среды в диапазоне рабочих температур преобразователей: - ПМП-201, ПМП-118, ПМП-128, ПМП-076, ПМП-118-ВЦ, ПМП-118-2ПИ-3В - ПМП-062 - ПМП-063	равны пределам допускаемой основной погрешности ±0,2 % от диапазона выходного сигнала на каждые 10 °С изменения температуры ±5 мм для выходного сигнала на базе протокола HART. ±5 мм или ±0,05 % от диапазона выходного сигнала на каждые 10 °С изменения температуры (принимается большее значение).

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение
Вариация показаний измерений уровня жидких сред, уровня раздела сред	не превышает пределов допускаемой основной погрешности
Пределы допускаемой погрешности измерений температуры жидких сред преобразователей*, °С: - ПМП-201, ПМП-118, ПМП-128 в диапазоне от минус 20 до 100 °С в диапазоне от минус 50 до минус 20 °С и от 100 до 125 °С или в диапазоне от минус 40 до 105 °С в диапазоне от минус 50 до минус 40 °С и от 105 до 125 °С	±0,5 ±2 ±0,5 ±1
- ПМП-118-ВЦ, ПМП-118-2ПИ-3В в диапазоне от минус 20 до 100 °С в диапазоне от минус 50 до минус 20 °С и от 100 до 125 °С	±0,5 ±2
Диапазон измерений плотности**, кг/м³: - для сжиженных газов - для жидкостей	от 400 до 650 от 650 до 1500
Пределы допускаемой погрешности измерений плотности, кг/м³	±(1 или 1,5 или 2,5)
Диапазон температур окружающей среды, °С: - для ПМП-201, ПМП-118, ПМП-128, ПМП-062, ПМП-118-ВЦ и ПМП-118-2ПИ-3В - для ПМП-063	от -50 до +60 от -40 до +60
Диапазон температур контролируемой среды, °С: - для ПМП-201, ПМП-118-ВЦ, ПМП-118-2ПИ-3В - для ПМП-118, ПМП-063, ПМП-128 - для ПМП-062, ПМП-076 - для вариантов исполнения ПМП-118, ПМП-118-ВЦ, ПМП-118-2ПИ-3В, ПМП-062, ПМП-063, ПМП-076 с расширенным диапазоном	от -50 до +60 от -50 до +100 от -50 до +80 от - 50 до + 125
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы нефтепродукта в диапазоне от 0,7 до 200 т, %: - ПМП-201	±0,65
Примечание – в Республике Беларусь вместо значения «200 т» применяется «120 т».	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объема нефтепродукта, хранимого в резервуаре, принятого в резервуар, отпущенного из резервуара, %: - ПМП-201 при объеме до 200 м³ включительно	±0,62
Дополнительная относительная погрешность обработки результатов измерений, %: - ПМП-201	±0,05

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение
Примечания: * - диапазон измерений температуры вариантов исполнений ограничен диапазоном допустимых температур контролируемой среды, определяемым конструктивным исполнением преобразователей. ** - измерения плотности осуществляются в поддиапазонах в пределах указанных диапазонов измерений	

Знак утверждения типа

наносится типографским способом на титульный лист (правый верхний угол) руководства по эксплуатации и паспорта.

Комплектность средства измерений

Комплектность приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Комплектность

Наименование	Обозначение	Количество
Преобразователь магнитный поплавковый	ПМП-XXX*	1 шт.
Паспорт	СЕНС.421411.XXXПС*	1 экз.
Руководство по эксплуатации	СЕНС.421411.XXXРЭ*	1 экз.**
Комплект монтажных частей	—	1 или 2 компл.***
* – числовой шифр XXX определяется заказом; ** – на партию преобразователей, поставляемую в один адрес, и дополнительно – по требованию заказчика; *** – определяется заказом.		

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены:

в разделе «Устройство и работа» руководства по эксплуатации, ФР.1.29.2023.45851 Государственная система обеспечения единства измерений. Масса и объем нефтепродуктов. Методика измерений косвенным методом статических измерений с применением преобразователя магнитного поплавкового ПМП-201 (аттестована ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева», 14.04.2023.)

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к средству измерений

Приказ Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов»;

СЕНС.421411.001ТУ1 Преобразователи магнитные поплавковые «ПМП». Технические условия.

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие «СЕНСОР» (ООО НПП «СЕНСОР»)

ИНН 5838002196

Адрес: 442960, Пензенская обл., г. Заречный, ул. Промышленная, стр. 5

E-mail: info@nppsens.ru

Телефон/факс: (8412) 65-21-00

Web-сайт: http://www.nppsens.ru

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Пензенской области» (ГЦИ СИ ФБУ «Пензенский ЦСМ»)

Адрес: 440028, г. Пенза, ул. Комсомольская, д. 20

Тел/факс: (8412) 49-82-65

E-mail: pscsm@sura.ru

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № 30033-10.

в части вносимых изменений:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГБУ «ВНИИМС»)

Адрес: 119361, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Очаково-Матвеевское, ул. Озерная, д. 46

E-mail: office@vniims.ru

Телефон/факс: +7 (495) 437-55-77 / 437-56-66

Web-сайт: <http://www.vniims.ru>

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № 30004-13.

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «16» октября 2023 г. № 2177

Лист № 1
Всего листов 25

Регистрационный № 82640-21

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Счетчики электрической энергии многофункциональные ПСЧ-4ТМ.06Т

Назначение средства измерений

Счетчики электрической энергии многофункциональные ПСЧ-4ТМ.06Т (далее – счетчики) предназначены для измерения и многотарифного учета активной и реактивной энергии (в том числе и с учетом потерь) прямого и обратного направления и четырехквadrантной реактивной энергии, измерения параметров сети и параметров качества электрической энергии (отклонения частоты и напряжений, провалы напряжений и перенапряжения) в трехфазных сетях переменного тока.

Описание средства измерений

Принцип действия счетчиков электрической энергии многофункциональных ПСЧ-4ТМ.06Т основан на цифровой обработке входных аналоговых сигналов. Управление процессом измерения и всеми функциональными узлами счетчика осуществляется высокопроизводительным микроконтроллером (МК), который реализует измерительные и управляющие алгоритмы в соответствии со специализированной программой, помещенной в его внутреннюю память программ. Управление узлами производится через аппаратно-программные интерфейсы, реализованные на портах ввода/вывода МК

Измерительная часть счетчиков выполнена на основе аналого-цифрового преобразователя (АЦП), встроенного в микроконтроллер. АЦП осуществляет выборки мгновенных значений величин напряжения и тока. Микроконтроллер по выборкам мгновенных значений напряжения и тока производит вычисление средних за период сети значений частоты, напряжения, тока, активной и полной мощности, производит их коррекцию по амплитуде, фазе и температуре.

Вычисления средних за период сети значений мощностей и среднеквадратических значений напряжений и токов производится по следующим формулам:

$$\text{для активной мощности} \quad P = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} U_i \cdot I_i}{n}, \quad (1)$$

$$\text{для полной мощности} \quad S = \frac{\sqrt{\sum_{i=0}^{n-1} U_i^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=0}^{n-1} I_i^2}}{n}, \quad (2)$$

$$\text{для реактивной мощности} \quad Q = \sqrt{S^2 - P^2}, \quad (3)$$

$$\text{для напряжения} \quad U_{\text{скз}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{n-1} U_i^2}{n}}, \quad (4)$$

$$\text{для тока} \quad I_{\text{скз}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{n-1} I_i^2}{n}}, \quad (5)$$

где U_i, I_i - выборки мгновенных значений напряжения и тока;
 n - число выборок за период сети.

Вычисление активной и реактивной мощности потерь за период сети в каждой фазе производится по следующим формулам:

$$P_{\Pi} = \left(\frac{I}{I_H}\right)^2 \cdot P_{\Pi.Л.НОМ} + \left(\frac{I}{I_H}\right)^2 \cdot P_{\Pi.Н.НОМ} + \left(\frac{U}{U_H}\right)^2 \cdot P_{\Pi.ХХ.НОМ}, \quad (6)$$

$$Q_{\Pi} = \left(\frac{I}{I_H}\right)^2 \cdot Q_{\Pi.Л.НОМ} + \left(\frac{I}{I_H}\right)^2 \cdot Q_{\Pi.Н.НОМ} + \left(\frac{U}{U_H}\right)^4 \cdot Q_{\Pi.ХХ.НОМ}, \quad (7)$$

где I - среднеквадратическое значение тока за период сети (5);
 U - среднеквадратическое значение фазного напряжения (4);
 $P_{\Pi.Л.НОМ}$ - номинальная активная мощность потерь в линии электропередачи;
 $P_{\Pi.Н.НОМ}$ - номинальная активная мощность нагрузочных потерь в силовом трансформаторе;
 $P_{\Pi.ХХ.НОМ}$ - номинальная активная мощность потерь холостого хода в силовом трансформаторе;
 $Q_{\Pi.Л.НОМ}$ - номинальная реактивная мощность потерь в линии электропередачи;
 $Q_{\Pi.Н.НОМ}$ - номинальная реактивная мощность нагрузочных потерь в силовом трансформаторе;
 $Q_{\Pi.ХХ.НОМ}$ - номинальная реактивная мощность потерь холостого хода в силовом трансформаторе;

Номинальные мощности потерь вводятся в счетчик как конфигурационные параметры и представляют собой мощность потерь в одной фазе, приведенную к входу счетчика при номинальном токе и напряжении счетчика.

Счетчики являются двунаправленными измерителями и измеряют проекции вектора полной мощности на активную и реактивную оси круга мощностей. При этом образуются четыре канала измерения и учета активной и реактивной мощности прямого и обратного направления.

Знаки однофазных измерений активной и реактивной мощности всегда соответствуют реальному направлению потока мощности в каждой фазе сети. При этом:

– прямому направлению (от генератора) активной энергии А+ (мощности Р+) соответствует фазовый сдвиг между током и напряжением в каждой фазе от 0° до 90° (1-й квадрант, индуктивная нагрузка, импорт) и от 270° до 360° (4-й квадрант, емкостная нагрузка, импорт);

- обратному направлению (к генератору) активной энергии A- (мощности P-) соответствует фазовый сдвиг между током и напряжением в каждой фазе от 180° до 270° (3-й квадрант, индуктивная нагрузка, экспорт) и от 90° до 180° (2-й квадрант, емкостная нагрузка, экспорт);
- прямому направлению (от генератора) реактивной энергии R+ (мощности Q+) соответствует фазовый сдвиг между током и напряжением в каждой фазе от 0° до 180° (импорт);
- обратному направлению (к генератору) реактивной энергии R- (мощности Q-) соответствует фазовый сдвиг между током и напряжением в каждой фазе от 180° до 360° (экспорт).

Вычисление средних за период сети мощностей трехфазной системы производится суммированием соответствующих мощностей однофазных измерений. Знаки трехфазных измерений мощности и знаки каналов учета трехфазной энергии формируются по-разному, в зависимости от конфигурации счетчика. Различаются следующие режимы работы счетчика в зависимости от конфигурации:

- двунаправленный режим измерения активной и реактивной энергии и мощности, 4 канала (режим по умолчанию);
- однонаправленный режим измерения активной и реактивной энергии и мощности (по модулю) 3 канала в прямом направлении (конфигурируемый);
- двунаправленный реверсный режим измерения активной и реактивной энергии и мощности, 4 канала (конфигурируемый);
- однонаправленный реверсный режим измерения активной и реактивной энергии и мощности (по модулю) в обратном направлении (конфигурируемый).

В таблицах 1 - 4 приведены знаки направления активной и реактивной мощности однофазных и трехфазных измерений и каналы учета энергии в зависимости от положения вектора полной мощности и конфигурирования счетчика.

Таблица 1 - Знаки мощностей однофазных и трехфазных измерений в двунаправленном режиме

Двунаправленный режим (4 канала)								
Квадрант вектора полной мощности S	Канал учета энергии трехфазных измерений		Знак мощности трехфазных измерений		Знак мощности однофазных измерений		Каналы телеметрии	
	актив.	реактив.	актив.	реактив.	актив.	реактив.	актив.	реактив.
I	A+	R+	P+	Q+	P+	Q+	имп. A+	имп. R+
II	A-	R+	P-	Q+	P-	Q+	имп. A-	имп. R+
III	A-	R-	P-	Q-	P-	Q-	имп. A-	имп. R-
IV	A+	R-	P+	Q-	P+	Q-	имп. A+	имп. R-

Таблица 2 - Знаки мощностей однофазных и трехфазных измерений в однонаправленном режиме

Однонаправленный режим (3 канала учета по модулю в прямом направлении)								
Квадрант вектора полной мощности S	Канал учета энергии трехфазных измерений		Знак мощности трехфазных измерений		Знак мощности однофазных измерений		Каналы телеметрии	
	актив.	реактив.	актив.	реактив.	актив.	реактив.	актив.	реактив.
I	A+	R+	P+	Q+	P+	Q+	имп. A+	имп. R+
II	A+	R-	P+	Q-	P-	Q+	имп. A+	имп. R-
III	A+	R+	P+	Q+	P-	Q-	имп. A+	имп. R+
IV	A+	R-	P+	Q-	P+	Q-	имп. A+	имп. R-

Таблица 3 - Знаки мощностей однофазных и трехфазных измерений в реверсном двунаправленном режиме

Реверсный двунаправленный режим (4 канала учета с инверсией знака направления)								
Квадрант вектора полной мощности S	Канал учета энергии трехфазных измерений		Знак мощности трехфазных измерений		Знак мощности однофазных измерений		Каналы телеметрии	
	актив.	реактив.	актив.	реактив.	актив.	реактив.	актив.	реактив.
I	A-	R-	P-	Q-	P+	Q+	имп. A-	имп. R-
II	A+	R-	P+	Q-	P-	Q+	имп. A+	имп. R-
III	A+	R+	P+	Q+	P-	Q-	имп. A+	имп. R+
IV	A-	R+	P-	Q+	P+	Q-	имп. A-	имп. R+

Таблица 4 - Знаки мощностей однофазных и трехфазных измерений в реверсном однонаправленном режиме

Реверсный однонаправленный режим (3 канала учета по модулю в обратном направлении)								
Квадрант вектора полной мощности S	Канал учета энергии трехфазных измерений		Знак мощности трехфазных измерений		Знак мощности однофазных измерений		Каналы телеметрии	
	актив.	реактив.	актив.	реактив.	актив.	реактив.	актив.	реактив.
I	A-	R-	P-	Q-	P+	Q+	имп. A-	имп. R-
II	A-	R+	P-	Q+	P-	Q+	имп. A-	имп. R+
III	A-	R-	P-	Q-	P-	Q-	имп. A-	имп. R-
IV	A-	R+	P-	Q+	P+	Q-	имп. A-	имп. R+

По полученным за период сети значениям активной и реактивной мощности трехфазной системы формируются импульсы телеметрии на двух конфигурируемых испытательных выходах счетчика. Сформированные импульсы подсчитываются контроллером и сохраняются в регистрах текущих значений энергии и профиля мощности по каждому виду энергии (мощности) и направлению до свершения события. По свершению события, текущие значения энергии или мощности добавляются в соответствующие энергонезависимые регистры учета энергии и массивы профиля мощности. При этом в качестве события выступает время окончания текущего тарифа или время окончания интервала интегрирования мощности для массива профиля, определяемое по встроенным энергонезависимым часам реального времени.

При учете потерь импульсы телеметрии формируются с учетом мощности потерь ($P \pm P_{\text{п}}$ формулы (1), (6), $Q \pm Q_{\text{п}}$ формулы (3), (7)), подсчитываются контроллером и отдельно сохраняются в регистрах текущих значений энергии и профиля мощности с учетом потерь по каждому виду энергии (мощности) и направлению до свершения события. Знак учета потерь является конфигурационным параметром счетчика и зависит от расположения точки учета и точки измерения.

Функциональные возможности

Счетчики обеспечивают:

- многотарифный учет активной и реактивной энергии прямого и обратного направления и четырехквадрантной реактивной энергии в трехфазной системе и не тарифицированный пофазный учет;
- не тарифицированный учет активной и реактивной энергии с учетом потерь в линии электропередачи и силовом трансформаторе;
- ведение двух четырехканальных массивов профиля мощности нагрузки с программируемым временем интегрирования;
- ведение многоканального профиля параметров с программируемым временем интегрирования;
- измерение параметров трехфазной сети и параметров качества электрической энергии;
- ведение журналов событий.

Счётчики позволяют управлять нагрузкой посредством встроенного реле управления нагрузкой, с возможностью аппаратной блокировки срабатывания, и формировать сигнал управления нагрузкой на конфигурируемом испытательном выходе по различным программируемым критериям.

Счетчики имеют интерфейсы связи, поддерживают ModBus-подобный, СЭТ-4ТМ.02-совместимый протокол обмена, и предназначены для работы, как автономно, так и в составе автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (АИИС КУЭ) и в составе автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ).

Счетчики внутренней установки, в том числе с установкой на DIN-рейку, предназначены для работы в закрытых помещениях с диапазоном рабочих температур от

минус 40 °С до плюс 70 °С. Счетчики наружной установки имеют расщепленную архитектуру, предназначены для работы в диапазоне температур от минус 40 °С до плюс 70 °С, не чувствительны к воздействию солнечной радиации, инея и росы.

Варианты исполнений

Счетчики выпускаются в различных модификациях, которые отличаются номинальным (базовым) током, номинальным напряжением, способом подключения к электрической сети, наличием реле управления нагрузкой, наличием радиомодема, способом установки (внутри или снаружи помещений, на DIN-рейку), типом встроенного интерфейсного модуля и типом установленного дополнительного интерфейсного модуля. Счётчики всех вариантов исполнения имеют оптический интерфейс. Варианты исполнения счетчиков приведены в таблице 5. Варианты исполнения встроенного интерфейсного модуля приведены в таблице 6. Варианты исполнения дополнительных интерфейсных модулей приведены в таблице 7.

Таблица 5 – Варианты исполнения счетчиков

Условное обозначение счетчика	Номинальный, базовый (максимальный) ток, А	Номинальное напряжение, В	Класс точности по учету активной/реактивной энергии	Наличие реле	Радиомодем	Наличие RS-485
Счетчики внутренней установки						
ПСЧ-4ТМ.06Т.01	5(10)	3×(57,7-115)/ (100-200)	0,5S/1	нет	нет	2
ПСЧ-4ТМ.06Т.03	1(2)			нет	нет	2
ПСЧ-4ТМ.06Т.05	5(10)	3×(120-230)/ (208-400)		нет	нет	2
ПСЧ-4ТМ.06Т.07	1(2)			нет	нет	2
ПСЧ-4ТМ.06Т.20	5(100)	3×(120-230)/ (208-400)	1/1	есть	нет	1
ПСЧ-4ТМ.06Т.21	5(100)			нет	нет	1
Счетчики наружной установки						
ПСЧ-4ТМ.06Т.40	5(100)	3×(120-230)/ (208-400)	1/1	есть	есть	нет
ПСЧ-4ТМ.06Т.41	5(100)			нет	есть	нет
ПСЧ-4ТМ.06Т.42	5(100)	3×(120-230)/ (208-400)		есть	нет	нет
ПСЧ-4ТМ.06Т.43	5(100)			нет	нет	нет
Счетчики для установки на DIN-рейку						
ПСЧ-4ТМ.06Т.60	5(10)	3×(57,7-115)/ (100-200)	0,5S/1	нет	нет	2
ПСЧ-4ТМ.06Т.61	1(2)			нет	нет	2
ПСЧ-4ТМ.06Т.62	5(10)	3×(120-230)/ (208-400)		нет	нет	2
ПСЧ-4ТМ.06Т.63	1(2)			нет	нет	2
ПСЧ-4ТМ.06Т.64	5(100)	3×(120-230)/ (208-400)	1/1	нет	нет	1

Таблица 6 – Типы встраиваемых интерфейсных модулей для счетчиков наружной установки (ПСЧ-4ТМ.06Т.40 - ПСЧ-4ТМ.06Т.43)

Условное обозначение модуля	Наименование
00	Отсутствие интерфейсного модуля
01	Коммуникатор GSM TE101.02.01A (сеть 2G)
02	Модем PLC
04	Коммуникатор 3G TE101.03.01A (сеть 2G+3G)

Продолжение таблицы 6

Условное обозначение модуля	Наименование
08	Модем ISM M-4.03T.0.102A (ZigBee 2400 МГц)
10	Коммуникатор Wi-Fi TE102.01.01A
11	Коммуникатор 4G TE101.04.01A (сеть 2G+3G+4G)
13	Коммуникатор NB-IoT TE101.01.01A (сеть 2G+4G NB-IoT)
14	Коммуникатор NB-IoT TE101.01.01A/1 (сеть 4G только NB-IoT)
15	Модем LoRaWAN M-6T.ZZ.ZZ
16	Модем Bluetooth M-7T.ZZ.ZZ
17	Модем PLC/ISM TE103.01.01A
Примечание - ZZ – вариант исполнения интерфейсного модуля	

Таблица 7 – Типы устанавливаемых дополнительных интерфейсных модулей для счетчиков внутренней установки (ПСЧ-4ТМ.06Т.01, ПСЧ-4ТМ.06Т.03, ПСЧ-4ТМ.06Т.05, ПСЧ-4ТМ.06Т.07, ПСЧ-4ТМ.06Т.20, ПСЧ-4ТМ.06Т.21)

Условное обозначение модуля	Наименование
00	Отсутствие интерфейсного модуля
01	Коммуникатор GSM TE101.02.01 (сеть 2G)
02	Модем PLC M-2.01(T).01 (однофазный)
03	Модем PLC M-2.01(T).02 (трехфазный)
04	Коммуникатор 3G TE101.03.01 (сеть 2G+3G)
05	Модем Ethernet M-3.01T.01
06	Модем ISM M-4.01(T).ZZ (430 МГц)
07	Модем ISM M-4.02(T).ZZ (860 МГц)
08	Модем ISM M-4.03T.0.112 (2400 МГц)
09	Модем оптический M-5.01T.ZZ
10	Коммуникатор Wi-Fi TE102.01.01
11	Коммуникатор 4G TE101.04.01 (сеть 2G+3G+4G)*
12	Коммуникатор 4G TE101.04.01/1 (сеть 2G+3G +4G)**
13	Коммуникатор NB-IoT TE101.01.01 (сеть 2G+4G (NB-IoT))
14	Коммуникатор NB-IoT TE101.01.01/1 (сеть 4G (только NB-IoT))
15	Модем LoRaWAN M-6T.ZZ.ZZ
16	Модем Bluetooth M-7T.ZZ.ZZ
17	Модем PLC/ISM TE103.01.01 (однофазный)
18	Модем PLC/ISM TE103.02.01 (трехфазный)
Примечания 1 ZZ – вариант исполнения интерфейсного модуля 2 В счетчики могут устанавливаться дополнительные интерфейсные модули, не приведенные в таблице со следующими характеристиками: – при питании от внутреннего источника счетчика с напряжением 12 В ток потребления не должен превышать 200 мА; – при питании от внешнего источника величина напряжения изоляции цепей интерфейса RS-485 модуля от цепей электропитания должна быть 4000 В (среднеквадратическое значение в течение 1 минуты). 3 * Максимальная скорость в сети 4G 150 Мбит/с. 4 ** Максимальная скорость в сети 4G 10 Мбит/с.	

Запись счетчика при его заказе и в конструкторской документации другой продукции должна состоять из наименования счетчика, условного обозначения варианта исполнения в со-

ответствии с таблицей 5, условного обозначения типа встроенного интерфейсного модуля в соответствии с таблицей 6 (может отсутствовать), условного обозначения типа устанавливаемого дополнительного интерфейсного модуля в соответствии с таблицей 7 (может отсутствовать), номера настоящих технических условий.

Пример записи счётчика: «Счётчик электрической энергии multifunctional ПСЧ-4ТМ.06Т.ХХ.УУ.ЗЗ ФРДС.411152.008ТУ», где

ХХ – условное обозначение варианта исполнения счетчика в соответствии с таблицей 5;

УУ – условное обозначение встроенного интерфейсного модуля в соответствии с таблицей 6 (00 – нет встроенного интерфейсного модуля);

ЗЗ – условное обозначение устанавливаемого дополнительного интерфейсного модуля в соответствии с таблицей 7 (00 – нет устанавливаемого дополнительного интерфейсного модуля).

Счётчики наружной установки вариантов исполнения 40-41 (таблица 5) должны поставляться с терминалами в двух вариантах исполнения, что в явном виде указывается при заказе:

- Т-1.02МТ с питанием от сети переменного тока и с резервным питанием от двух алкалиновых батарей или двух аккумуляторов типоразмера ААА;

- Т-1.02МТ/1 без источника сетевого электропитания и с питанием только от двух алкалиновых батарей или двух аккумуляторов типоразмера ААА.

Примеры записи счётчика

1 «Счётчик электрической энергии multifunctional ПСЧ-4ТМ.06Т.40.02.00 ФРДС.411152.008ТУ с терминалом Т-1.02МТ».

2 «Счётчик электрической энергии multifunctional ПСЧ-4ТМ.06Т.41.00.00 ФРДС.411152.008ТУ с терминалом Т-1.02МТ/1».

3 «Счётчик электрической энергии multifunctional ПСЧ-4ТМ.06Т.41.10.00 ФРДС.411152.008ТУ без терминала».

Подключение счетчиков трансформаторного включения к сети производится через измерительные трансформаторы напряжения и тока. Счетчики с номинальным напряжением $3 \times (57,7-115)/(100-200)$ В могут использоваться на подключениях с номинальными фазными напряжениями из ряда: 57,7; 63,5; 100; 110; 115 В.

Счетчики с номинальным напряжением $3 \times (120-230)/(208-400)$ В могут использоваться как с измерительными трансформаторами напряжения, так и без них на подключениях с номинальными фазными напряжениями из ряда: 120, 127, 173, 190, 200, 220, 230 В.

Счетчики непосредственного включения не чувствительны к постоянной составляющей в цепи переменного тока и предназначены для непосредственного подключения к сети с номинальными напряжениями из ряда: 120, 127, 173, 190, 200, 220, 230 В.

Счетчики могут конфигурироваться для подключения к трехфазным трехпроводным сетям по схеме Арона, как двухэлементные.

Тарификация и архивы учтенной энергии

Счетчики ведут многотарифный учет энергии (без учета потерь) в четырех тарифных зонах, по четырем типам дней в двенадцати сезонах. Дискрет тарифной зоны составляет 10 минут. Чередование тарифных зон в сутках ограничено числом десятиминутных интервалов в сутках и составляет 144 интервала. Тарификатор счетчиков использует расписание праздничных дней и список перенесенных дней.

Счетчики ведут не тарифицированный учет активной и реактивной энергии с учетом потерь в линии электропередачи и силовом трансформаторе.

Счетчики, наряду с трехфазным учетом, ведут не тарифицированный пофазный учет активной и реактивной энергии прямого и обратного направления.

Счетчики ведут архивы тарифицированной учтенной энергии, не тарифицированной энергии с учетом потерь и не тарифицированный пофазный учет (активной, реактивной прямого и обратного направления):

- всего от сброса (нарастающий итог);
- за текущие и предыдущие сутки;

- на начало текущих и предыдущих суток;
- за каждые предыдущие календарные сутки глубиной до 124 дней;
- на начало каждых предыдущих календарных суток глубиной до 124 дней;
- за текущий месяц и 36 предыдущих месяцев;
- на начало текущего месяца и 36 предыдущих месяцев;
- за текущий и 10 предыдущих лет;
- на начало текущего и 10 предыдущих лет.

В счетчиках может быть установлено начало расчетного периода отличное от первого числа месяца. При этом в месячных архивах энергии будет фиксироваться энергия за расчетный период и на начало расчетного периода, начинающиеся с установленного числа.

Профиль мощности нагрузки

Счетчики ведут два четырехканальных базовых массива профиля мощности нагрузки с программируемым временем интегрирования от 1 до 60 минут для активной и реактивной мощности прямого и обратного направления.

Примечание – Для счетчиков непосредственного включения и для счетчиков трансформаторного включения на подключениях с номинальными напряжениями $3 \times (100-115)/(173-200)$ В время интегрирования мощности может программироваться только в диапазоне от 1 до 30 минут.

Каждый массив профиля мощности может конфигурироваться для ведения профиля мощности нагрузки с учетом активных и реактивных потерь в линии электропередачи и силовом трансформаторе со временем интегрирования от 1 до 30 минут.

Глубина хранения базового массива профиля мощности составляет 113 суток при времени интегрирования 30 минут и 170 суток при времени интегрирования 60 минут.

Профиль параметров

Счетчики, наряду с базовыми массивами профиля мощности нагрузки, ведут независимый массив профиля параметров (расширенный массив профиля или 3-й массив профиля) с программируемым временем интегрирования от 1 до 60 минут. Расширенный массив профиля может конфигурироваться в части выбора количества и типа профилируемых параметров, а также формата хранения данных. Число каналов расширенного массива профиля может программироваться в диапазоне от 1 до 48, а наименования профилируемых параметров выбираться из таблицы 8. Кроме того, в расширенном массиве могут профилироваться все четыре мощности, как и в базовом массиве.

Регистрация максимумов мощности нагрузки

Счетчики могут использоваться как регистраторы максимумов мощности (активной, реактивной, прямого и обратного направления) по каждому массиву профиля мощности с использованием двенадцати сезонного расписания утренних и вечерних максимумов.

Максимумы мощности фиксируются в архивах счетчика:

- от сброса (ручной сброс или сброс по интерфейсному запросу);
- за текущий и каждый из двенадцати предыдущих месяцев.

В архивах максимумов фиксируется значение максимума мощности и время, соответствующее окончанию интервала интегрирования мощности.

Если массив профиля мощности сконфигурирован для мощности с учетом потерь, то в архивах максимумов фиксируется максимальная мощность с учетом потерь.

Измерение параметров сети и показателей качества электрической энергии

Счетчики измеряют мгновенные значения (время интегрирования от 0,2 до 5 секунд) физических величин, характеризующих трехфазную электрическую сеть, и могут использоваться как измерители параметров, приведенных в таблице 8, или как датчики параметров с нормированными метрологическими характеристиками.

Счетчики могут использоваться как измерители показателей качества электрической энергии (ПКЭ) по параметрам установившегося отклонения частоты сети и установившегося отклонения напряжения, по характеристикам провалов и перенапряжений согласно ГОСТ 32144-2013 для класса измерений S в соответствии с ГОСТ 30804.4.30-2013.

При выходе параметра за границу ПДЗ на индикаторе отображается сообщение о факте нарушения. При этом счётчик ведет журналы ПКЭ, в которых фиксируется время выхода/возврата за установленные верхние/нижние нормально/предельно допустимые границы установившихся отклонений напряжения и частоты, и журналы провалов и перенапряжений, где фиксируются остаточное напряжение или уровень перенапряжения и длительность. Доступ к журналам ПКЭ и журналам провалов и перенапряжений возможен только через интерфейсы связи.

Таблица 8 – Измеряемые параметры

Наименование параметра	Цена единицы младшего разряда индикатора	Примечание
Активная мощность, Вт	0,01	По каждой фазе сети и сумме фаз
Реактивная мощность, вар	0,01	
Полная мощность, В·А	0,01	
Активная мощность потерь, Вт	-	
Реактивная мощность потерь, вар	-	
Коэффициент активной мощности $\cos \varphi$	0,01	
Коэффициент реактивной мощности $\sin \varphi$	0,01	
Коэффициент реактивной мощности $\tan \varphi$	0,01	По каждой фазе сети
Фазное напряжение, В	0,01	
Междуфазное напряжение, В	-	По каждой паре фаз
Напряжение прямой последовательности, В	-	
Ток, А	0,01	По каждой фазе сети
Ток нулевой последовательности, А	0,01	Справочные данные
Частота сети, Гц	0,01	
Коэффициент искажения синусоидальности кривой токов, %	0,01	Справочные данные
Коэффициент несимметрии тока по нулевой и обратной последовательностям, %	0,01	
Коэффициент искажения синусоидальности кривой фазных напряжений, %	0,01	
Коэффициент искажения синусоидальности кривой междуфазных напряжений, %	-	
Коэффициент несимметрии напряжения по нулевой и обратной последовательностям, %	0,01	
Температура внутри счетчика, °С	1	
Текущее время, с	1	
Текущая дата		
Примечания		
1 Цена единицы младшего разряда и размерности указаны для коэффициентов трансформации, равных 1.		
2 Все параметры индицируются с учетом введенных коэффициентов трансформации напряжения и тока.		

Испытательные выходы

В счетчиках функционируют два изолированных испытательных выхода основного передающего устройства. Каждый испытательный выход может конфигурироваться:

– для формирования импульсов телеметрии одного из каналов учета энергии (активной, реактивной прямого и обратного направления, в том числе и с учетом потерь, и четырехквadrантной реактивной);

- для формирования сигнала индикации превышения программируемого порога мощности (активной, реактивной, прямого и обратного направления);
- для формирования сигнала телеуправления.
- для формирования сигнала управления нагрузкой по программируемым критериям.
- для формирования сигнала контроля точности хода встроенных часов.

Управление нагрузкой

Счетчики позволяют управлять нагрузкой посредством встроенного реле управления нагрузкой и формировать сигнал управления нагрузкой на конфигурируемом испытательном выходе (канал 0) по различным программируемым критериям.

Встроенное реле имеет возможность аппаратной блокировки срабатывания.

Журналы

Счетчики ведут журналы событий, журналы показателей качества электрической энергии, журналы превышения порога мощности, журналы провалов и перенапряжений, статусный журнал.

В журналах событий фиксируются времена начала/окончания следующих событий, перечисленных в таблице 9.

Таблица 9 – Журналы событий

Название журнала событий	Глубина хранения	
	событий	записей
1 Журнал вскрытия крышки зажимов	100	50
2 Журнал перепрограммирования счетчика (фиксация факта связи со счетчиком, приведший к изменению данных)	50	50
3 Журнал вскрытия корпуса	100	50
4 Журнал вскрытия крышки интерфейсных соединителей и батареи	100	50
5 Дата и время последнего программирования	1	1
6 Журнал инициализации счетчика	100	100
7 Журнал сброса показаний	10	10
8 Журнал выключения/включения счетчика	100	50
9 Журнал выключения/включения фазы 1	100	50
10 Журнал выключения/включения фазы 2	100	50
11 Журнал выключения/включения фазы 3	100	50
12 Журнал отклонения коэффициента мощности от нормированного значения ($\text{tg } \varphi$)	100	50
13 Журнал воздействия повышенной магнитной индукции	100	50
14 Журнал наличия тока при отсутствии напряжения в фазе 1	40	20
15 Журнал наличия тока при отсутствии напряжения в фазе 2	40	20
16 Журнал наличия тока при отсутствии напряжения в фазе 3	40	20
17 Журнал коррекции времени	100	100
18 Журнал коррекции тарифного расписания	10	10
19 Журнал коррекции расписания праздничных дней	10	10
20 Журнал коррекции расписания управления нагрузкой	50	50
21 Журнал коррекции списка перенесенных дней	10	10

Продолжение таблицы 9

Название журнала событий	Глубина хранения	
	событий	записей
22 Журнал коррекции расписания утренних и вечерних максимумов мощности	10	10
23 Журнал инициализации массива профиля 1,2,3 (3 журнала)	40	40
24 Журнал сброса максимумов по первому, второму и третьему массиву профиля (3 журнала)	30	30
25 Журнал несанкционированного доступа к счетчику	10	10
26 Журнал управления нагрузкой	50	50
27 Журнал изменения состояний выхода телеуправления	100	100
28 Журнал изменений коэффициентов трансформации	10	10
29 Журнал изменений параметров измерителя качества	10	10
30 Журнал изменений параметров измерителя потерь	10	10
31 Журнал превышения максимального тока в фазах 1,2,3 (3 журнала)	120	60
32 Журнал обновления метрологически не значимой части ПО	20	20
33 Журнал перепрограммирования параметров счетчика по протоколу СЭТ	100	100
34 Журнал изменение знака направления активной мощности по фазе 1,2,3 (3 журнала)	300	150
35 Журнал времени калибровки счётчика	10	10
36 Журнал перепрограммирования параметров счетчика через протокол СПОДЭС	100	100
37 Журнал HDLC коммуникаций	100	100

В журналах показателей качества электроэнергии фиксируются времена выхода/возврата за установленные границы параметров КЭ, усредненные в интервале времени (по умолчанию):

- 10 секунд для частоты сети.
- 10 минут для остальных параметров.

Перечень журналов ПКЭ и глубина хранения каждого журнала приведены в таблице 10.

Перечень журналов провалов и перенапряжений и глубина хранения каждого журнала приведены в таблице 11.

В журналах превышения порога мощности фиксируется время выхода/возврата за установленную границу среднего значения активной и реактивной мощности из первого массива профиля мощности. Глубина хранения журнала по каждой мощности 50 записей с фиксацией 100 событий.

В статусном журнале фиксируется время и значение измененного слова состояния счетчика. Глубина хранения статусного журнала 50 записей.

Таблица 10 – Журналы ПКЭ

Название журнала ПКЭ	Глубина хранения	
	событий	записей
1 Журналы выхода/возврата за верхнюю и нижнюю границы ПДЗ* фазных (фазы 1,2,3) и междуфазных (фазы 12, 23, 31) напряжений. Положительные и отрицательные отклонения напряжений (12 журналов)	1200	600
2 Журналы выхода/возврата за верхнюю и нижнюю границы НДЗ* фазных (фазы 1,2,3) и междуфазных (фазы 12, 23, 31) напряжений (12 журналов)	1200	600
3 Журналы выхода/возврата за верхнюю и нижнюю границы ПДЗ напряжения прямой последовательности U1(1) (2 журнала)	200	100
4 Журналы выхода/возврата за верхнюю и нижнюю границы НДЗ напряжения прямой последовательности U1(1) (2 журнала)	200	100
5 Журналы выхода/возврата за верхнюю и нижнюю границы ПДЗ частоты сети. Отклонение частоты (2 журнала)	200	100
6 Журнал выхода/возврата за верхнюю и нижнюю границы НДЗ частоты сети. Отклонение частоты (2 журнала)	200	100
7 Время выхода/возврата за границу ПДЗ коэффициентов искажений синусоидальности кривой фазных (фазы 1,2,3) и междуфазных (фазы 12, 23, 31) напряжений (6 журналов)	600	300
8 Время выхода/возврата за границу НДЗ коэффициентов искажений синусоидальности кривой фазных (фазы 1,2,3) и междуфазных (фазы 12, 23, 31) напряжений (6 журналов)	600	300
9 Журнал выхода/возврата за границу ПДЗ коэффициента несимметрии напряжения по нулевой последовательности K0u	100	50
10 Журнал выхода/возврата за границу НДЗ коэффициента несимметрии напряжения по нулевой последовательности K0u	100	50
11 Журнал выхода/возврата за границу ПДЗ коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности K2u	100	50
12 Журнал выхода/возврата за границу НДЗ коэффициента несимметрии напряжения по обратной последовательности K2u	100	50
13 Журнал положительного и отрицательного отклонения фазных или междуфазных напряжений за расчетный период	50	50
* ПДЗ – предельно допустимое значение НДЗ – нормально допустимое значение		

Таблица 11 – Журналы провалов и перенапряжений

Название журнала ПКЭ	Глубина хранения	
	событий	записей
1 Журнал провалов и перенапряжений в 3-х фазной системе	50	50
2 Журналы провалов и перенапряжений в фазах 1,2,3 (3 журнала)	150	150
3 Журнал очистки статистической таблицы провалов и перенапряжений в 3-х фазной системе	10	10
4 Журналы очистки статистических таблиц провалов и перенапряжений в фазах 1,2,3 (3 журнала)	30	30

Устройство индикации

Счетчики внутренней установки и счетчики для установки на DIN-рейку (таблица 5), имеют жидкокристаллический индикатор (ЖКИ) один из двух типов для отображения учтенной энергии и измеряемых параметров. Индикатор первого типа без подсветки с минимальным

набором индицируемых параметров. Индикатор второго типа с подсветкой и расширенным количеством индицируемой информации. В зависимости от типа индикатора меняется количество кнопок управления индикацией. С индикатором первого типа используется одна кнопка РЕЖИМ ИНД. С индикатором второго типа используются четыре кнопки. Счетчики наружной установки (таблица 5) не имеют собственного индикатора, и визуализация данных измерений счетчика производится через удаленный терминал Т-1.02МТ или Т-1.02МТ/1, подключаемый к счетчику по радиоканалу через встроенный радиомодем. Терминал счетчика имеет жидкокристаллический индикатор с подсветкой для отображения учтенной энергии и измеряемых параметров, и кнопки управления режимами индикации.

Счетчики в режиме индикации основных параметров позволяют отображать на индикаторе:

- учтенную активную и реактивную энергию прямого и обратного направления по каждому из четырех тарифов и по сумме тарифов;
- значение потребленной электрической энергии на начало текущего месяца суммарно и по тарифным зонам.

Выбор требуемого режима индикации основных параметров осуществляется посредством кнопок управления в ручном режиме управления или автоматически с программируемым периодом в режиме динамической индикации.

В счетчиках предусмотрена конфигурируемая возможность возврата в заданный режим индикации при неактивности кнопок управления в течение заданного времени.

Счетчики в режиме индикации вспомогательных параметров позволяют отображать на индикаторе данные вспомогательных режимов измерения, приведенных в таблице 8. Счетчики в режиме индикации технологических параметров позволяют отображать на индикаторе:

- версию программного обеспечения (ПО) (18.00.XX);
- контрольную сумму метрологически значимой части ПО (884E);
- загруженность процессора «EFF»;
- свободная память «FhP»;
- сетевой адрес «СА» короткий.

Интерфейсы связи

Счетчики, независимо от варианта исполнения, имеют оптический интерфейс (оптопорт), физические и электрические параметры которого соответствуют ГОСТ IEC 61107-2011. Наличие других интерфейсов связи определяется вариантом исполнения счетчика в соответствии с таблицами 5 - 7. В счетчик внутренней установки могут устанавливаться дополнительные интерфейсные модули в соответствии с таблицей 5 для обеспечения удаленного доступа к интерфейсу RS-485 счетчика через соответствующие сети (GSM (2G), UMTS (2G+3G), LTE (2G+3G+4G), LTE (2G+4G), LTE(2G+NB-IoT), PLC, Ethernet, RF (ZigBee), Wi-Fi).

Счетчик через любой интерфейс связи (RS-485, оптопорт) поддерживает следующие протоколы обмена:

- ModBus-подобный, СЭТ-4ТМ.02 - совместимый протокол;
- СПОДЭС (DLMS/COSEM) с транспортным уровнем HDLC;
- Канальный пакетный протокол системы «Пирамида».

Счетчики по любому интерфейсу обеспечивают возможность считывания архивных данных и измеряемых параметров, считывания, программирования и перепрограммирования параметров.

Счетчики обеспечивают возможность передачи сообщений в интеллектуальную систему учета при открытой сессии HDLC.

Работа со счетчиками через интерфейсы связи может производиться с применением программного обеспечения предприятия-изготовителя «Конфигуратор СЭТ-4ТМ» или с применением программного обеспечения пользователей.

Доступ к параметрам и данным со стороны интерфейсов связи защищен паролями на чтение, программирование и управление нагрузкой (три уровня доступа). Метрологические коэффициенты и заводские параметры защищены аппаратной перемычкой защиты записи (аппаратный

уровень доступа) и не доступны без снятия пломб завода-изготовителя и нарушения знака поверки.

Защита от несанкционированного доступа

Для защиты от несанкционированного доступа в счетчике предусмотрена установка пломб ОТК завода-изготовителя и организации, осуществляющей поверку счетчика.

После установки на объект счетчики должны пломбироваться пломбами обслуживающей организации. Схема пломбирования счетчиков приведена на рисунках 1, 2, 3.

Кроме механического пломбирования в счетчике предусмотрено электронное пломбирование крышки зажимов, крышки интерфейсных соединителей и батареи и крышки счетчика.

Электронные пломбы энергонезависимые, работают как во включенном, так и в выключенном состоянии счетчика. При этом факт и время вскрытия крышек фиксируется в соответствующих журналах событий без возможности инициализации журналов.

В счетчиках установлен датчик магнитного поля, фиксирующий воздействие на счетчик магнитного поля повышенной индукции ($2 \pm 0,7$) мТл (напряженность (1600 ± 600) А/м) и выше. Факт и время воздействия на счетчик повышенной магнитной индукции фиксируется в журнале событий.

Общий вид счетчиков внутренней установки (таблица 5) с указанием мест пломбировки от несанкционированного доступа, мест нанесения знака утверждения типа, знака поверки, заводского номера представлены на рисунке 1.

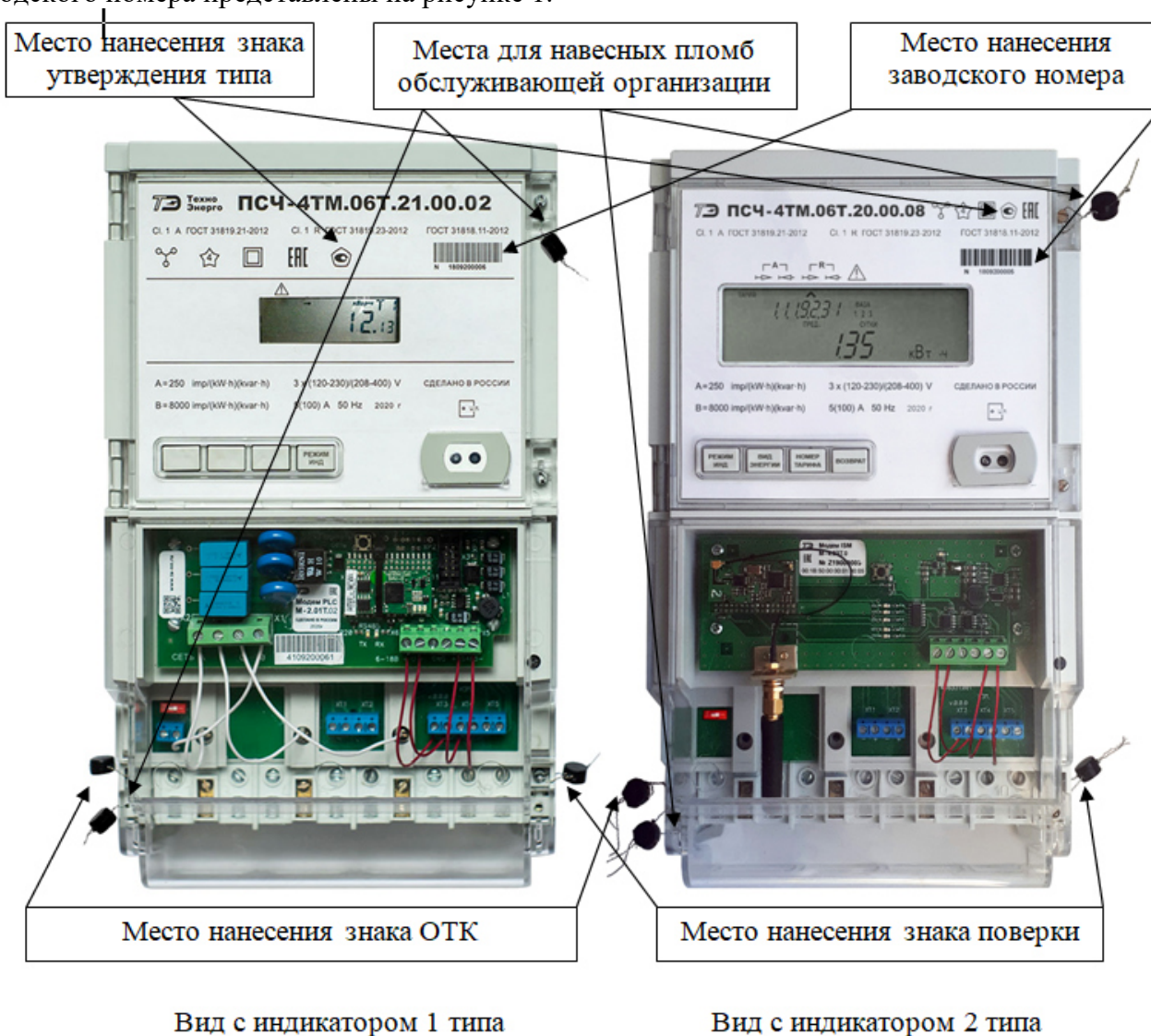


Рисунок 1 – Общий вид счетчика внутренней установки с указанием мест пломбировки от несанкционированного доступа, мест нанесения знака утверждения типа, знака поверки,

заводского номера

Заводской номер, обеспечивающий однозначную идентификацию каждого экземпляра счетчика, наносится на лицевую панель счетчика методом лазерной маркировки в виде десятизначного цифрового кода и штрих кода, как показано на рисунках 1, 2, 3.

Знак утверждения типа наносится на лицевую панель счетчика методом лазерной маркировки, как показано на рисунках 1, 2, 3.

Знак поверки наносится давлением на навесную пломбу, расположенную в местах, указанных на рисунках 1, 2, 3.

Общий вид счетчиков наружной установки (таблица 5) с удаленным терминалом, который может входить в состав комплекта поставки счетчиков наружной установки, схема пломбировки от несанкционированного доступа, места нанесения знака поверки, знака утверждения типа и заводского номера представлены на рисунке 2.

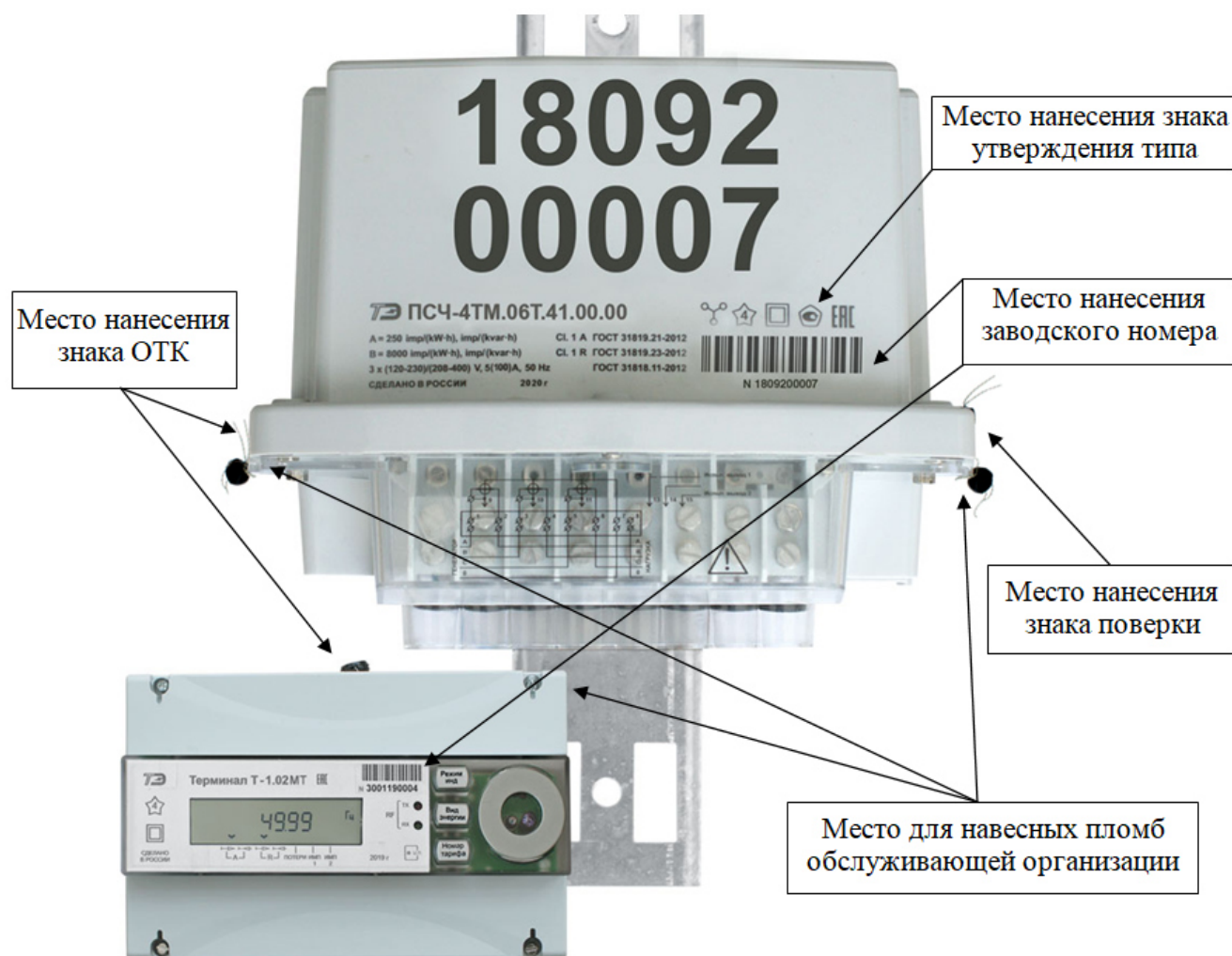


Рисунок 2 – Общий вид счетчика наружной установки с указанием мест пломбировки от несанкционированного доступа, мест нанесения знака утверждения типа, знака поверки, заводского номера

Общий вид счетчиков установки на DIN-рейку (таблица 5), схема пломбировки от несанкционированного доступа, места нанесения знака поверки, знака утверждения типа, заводского номера представлены на рисунке 3.

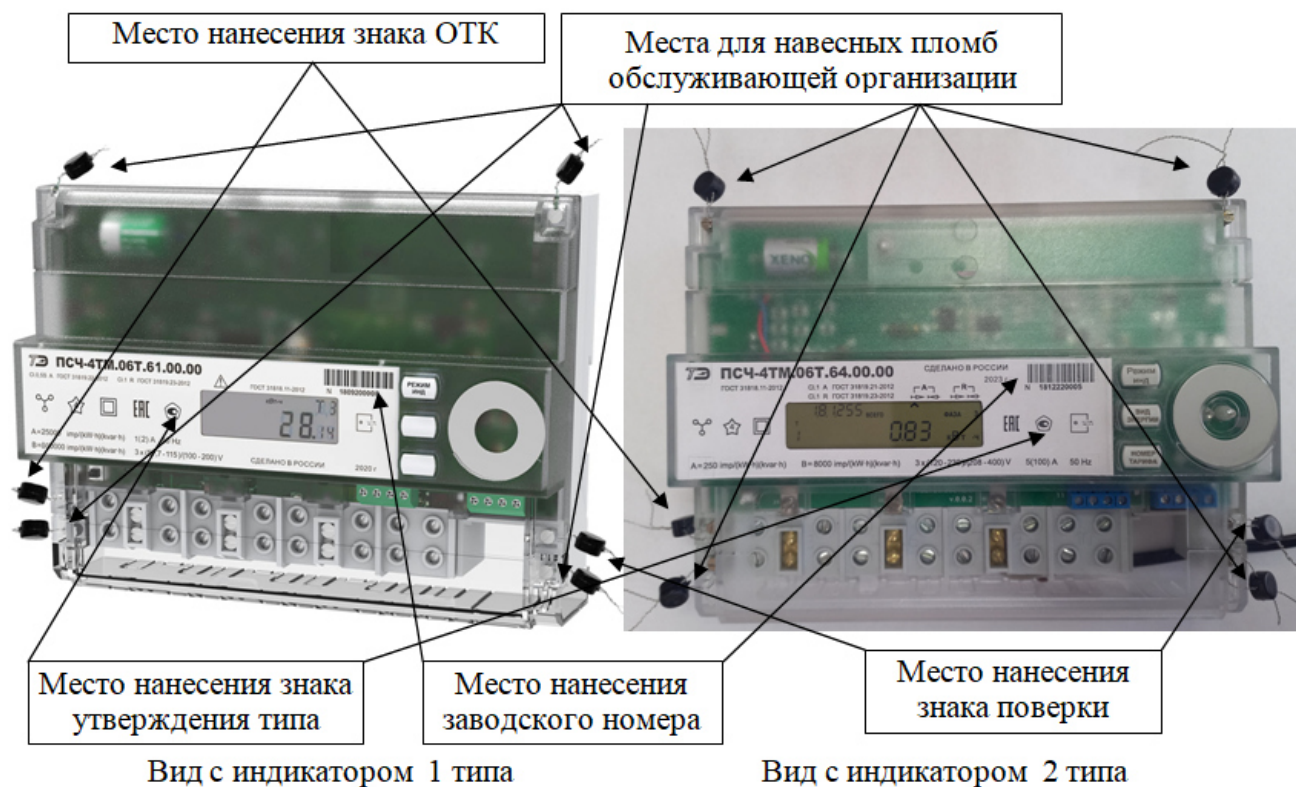


Рисунок 3 – Общий вид счетчика для установки на DIN-рейку с указанием мест пломбировки от несанкционированного доступа, мест нанесения знака утверждения типа, знака поверки, заводского номера

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) счетчика имеет структуру с разделением на метрологически значимую и метрологически незначимую части. Каждая структурная часть исполняемого кода программы во внутренней памяти микроконтроллера защищается циклической контрольной суммой, которая непрерывно контролируется системой диагностики счетчика.

Метрологические характеристики счетчика напрямую зависят от калибровочных коэффициентов, записанных в память счетчика на предприятии-изготовителе на стадии калибровки. Калибровочные коэффициенты защищаются циклической контрольной суммой, которая непрерывно контролируется системой диагностики счетчика. Метрологически значимая часть ПО и калибровочные коэффициенты защищены аппаратной перемычкой защиты записи и не доступны для изменения без вскрытия счетчика.

При обнаружении ошибок контрольных сумм (КС) системой диагностики устанавливаются флаги ошибок в слове состояния счетчика с записью события в статусный журнал счетчика и отображением сообщения об ошибке на экране ЖКИ:

- Е-09 - ошибка КС метрологически не значимой части ПО;
- Е-42 - ошибка КС метрологически значимой части ПО;
- Е-10 - ошибка КС массива калибровочных коэффициентов.

Идентификационные характеристики ПО счетчика приведены в таблице 12. Номер версии ПО состоит из трех полей. Каждое поле содержит два символа:

- первое поле – код устройства (18 – ПСЧ-4ТМ.06Т);
- второе поле – номер версии метрологически значимой части ПО (00);
- третье поле – номер версии метрологически незначимой части ПО.

Версия ПО счетчика и цифровой идентификатор ПО отображаются на табло ЖКИ в кольце индикации вспомогательных параметров. Метрологические характеристики нормированы с учетом влияния программного обеспечения.

Конструкция счетчиков исключает возможность несанкционированного влияния на ПО

счетчика и измерительную информацию.

Уровень защиты программного обеспечения «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 12 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Варианты исполнений	
Идентификационное наименование ПО	P6T.a43
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1800.XX
Цифровой идентификатор ПО	884E
Алгоритм вычисления цифрового ПО	CRC 16 ModBus RTU

Метрологические и технические характеристики

Таблица 13 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Класс точности при измерении в прямом и обратном направлении: – активной энергии по ГОСТ 31819.22-2012 по ГОСТ 31819.21-2012 – реактивной энергии по ГОСТ 31819.23-2012	0,5S 1 1
Номинальный (максимальный) ток, А Базовый (максимальный) ток, А	1(2) или 5(10) 5(100)
Стартовый ток (чувствительность), мА: – трансформаторного включения – непосредственного включения	0,001I _{ном} 0,004I _б
Номинальные напряжения, В	3×(57,7-115)/(100-200) или 3×(120-230)/(208-400)
Максимальный ток в течение 10 мс, А	3000 (30I _{макс})
Установленный рабочий диапазон напряжений от 0,8U _{ном} до 1,2U _{ном} , В, счетчиков с U _{ном} : – 3×(57,7-115)/(100-200) В – 3×(120-230)/(208-400) В	3×(46-138)/(80-240) 3×(96-276)/(166-480)
Предельный рабочий диапазон фазных напряжений (в любых двух фазах) для счетчиков с U _{ном} , В: – 3×(57,7-115)/(100-200) – 3×(120-230)/(208-400)	от 0 до 230 от 0 до 440
Номинальная частота сети, Гц	50
Диапазон рабочих частот, Гц	от 47,5 до 52,5
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения, %: – активной мощности (прямого и обратного направления при активной, индуктивной и емкостной нагрузках), δP, счетчиков: 1) трансформаторного включения класса точности 0,5S: при 0,05I _{ном} ≤ I ≤ I _{макс} , cosφ=1 при 0,05I _{ном} ≤ I ≤ I _{макс} , cosφ=0,5 при 0,01I _{ном} ≤ I < 0,05I _{ном} , cosφ=1 при 0,02I _{ном} ≤ I < 0,05I _{ном} , cosφ=0,5 при 0,05I _{ном} ≤ I ≤ I _{макс} , cosφ=0,25	±0,5 ±0,6 ±1,0 ±1,0 ±1,0

Продолжение таблицы 13

Наименование характеристики	Значение
2) непосредственного включения класса точности 1: при $0,1I_6 \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\cos\varphi=1$, $\cos\varphi=0,5$ при $0,05I_6 \leq I < 0,1I_6$, $\cos\varphi=1$ при $0,1I_6 \leq I \leq I_{\text{макс}}$ $\cos\varphi=0,25$	$\pm 1,0$ $\pm 1,5$ $\pm 1,5$
– реактивной мощности (прямого и обратного направления при активной, индуктивной и емкостной нагрузках), δ_Q, счетчиков: 1) трансформаторного включения класса точности 1: при $0,05I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\sin\varphi=1$, $\sin\varphi=0,5$ при $0,01I_{\text{ном}} \leq I < 0,05I_{\text{ном}}$, $\sin\varphi=1$ при $0,02I_{\text{ном}} \leq I < 0,05I_{\text{ном}}$, $\sin\varphi=0,5$ при $0,05I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\sin\varphi=0,25$ 2) непосредственного включения класса точности 1: при $0,1I_6 \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\sin\varphi=1$, $\sin\varphi=0,5$ при $0,05I_6 \leq I < 0,1I_6$, $\sin\varphi=1$ –при $0,1I_6 \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\sin\varphi=0,25$ –полной мощности, δ_S, (аналогично реактивной мощности); –мощности активных потерь, $\delta_{P\pi}$ –мощности реактивных потерь, $\delta_{Q\pi}$ –активной энергии и мощности с учетом потерь (прямого и обратного направления), $\delta_{P \pm P\pi}$ –реактивной энергии и мощности с учетом потерь (прямого и обратного направления), $\delta_{Q \pm Q\pi}$ –коэффициента активной мощности, δ_{kp} –коэффициента реактивной мощности, δ_{kQ} –коэффициента реактивной мощности, δ_{ktg}	$\pm 1,0$ $\pm 1,5$ $\pm 1,5$ $\pm 1,5$ δ_Q $(2\delta_i + 2\delta_u)$ $(2\delta_i + 4\delta_u)$ $\left(\delta_P \cdot \frac{P}{P \pm P_{\pi}} + \delta_{P\pi} \cdot \frac{P_{\pi}}{P \pm P_{\pi}} \right)$ $\left(\delta_Q \cdot \frac{Q}{Q \pm Q_{\pi}} + \delta_{Q\pi} \cdot \frac{Q_{\pi}}{Q \pm Q_{\pi}} \right)$ $(\delta_P + \delta_S)$ $(\delta_Q + \delta_S)$ $(\delta_Q + \delta_P)$
Средний температурный коэффициент в диапазоне температур от -40 до +70 °С, %/К, при измерении: –активной энергии и мощности 1) трансформаторного включения при $0,05I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\cos\varphi=1$ при $0,05I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\cos\varphi=0,5$ 2) непосредственного включения при $0,1I_6 \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\cos\varphi=1$ при $0,2I_6 \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\cos\varphi=0,5$ –реактивной энергии и мощности 1) трансформаторного включения при $0,05I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\sin\varphi=1$ при $0,05I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\sin\varphi=0,5$ 2) непосредственного включения при $0,1I_6 \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\cos\varphi=1$ при $0,2I_6 \leq I \leq I_{\text{макс}}$, $\cos\varphi=0,5$	0,03 0,05 0,05 0,07 0,05 0,07 0,05 0,07

Продолжение таблицы 13

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измеряемых частот, Гц	от 47,5 до 52,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты, Гц	$\pm 0,05$
Диапазон измерения отклонения частоты от 50 Гц, Гц	от -2,5 до +2,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения отклонения частоты, Гц	$\pm 0,05$
Диапазон измерения среднеквадратического значения напряжения, В: - фазного напряжения (U_A, U_B, U_C) - фазного напряжения основной частоты ($U_{A(1)}, U_{B(1)}, U_{C(1)}$) - междуфазного напряжения (U_{AB}, U_{BC}, U_{CA}) - междуфазного напряжения основной частоты ($U_{AB(1)}, U_{BC(1)}, U_{CA(1)}$) - напряжения прямой последовательности (U_1)	от $0,8U_{\text{ном н}}$ до $1,2U_{\text{ном в}}$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения среднеквадратического значения напряжения для счетчиков трансформаторного (непосредственного) включения, %	$\pm 0,4 (\pm 0,5)$
Диапазон измерения положительного отклонения среднеквадратического значения напряжения ($\delta U_{(+)}$), %	от 0 до +20
Диапазон измерения отрицательного отклонения среднеквадратического значения напряжения ($\delta U_{(-)}$), %	от 0 до +20
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения положительного и отрицательного отклонений среднеквадратического значения фазного и междуфазного напряжения для счетчиков трансформаторного (непосредственного) включения, %	$\pm 0,4 (\pm 0,5)$
Диапазон измерения угла фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты (φU) в диапазоне напряжений от $0,8U_{\text{ном н}}$ до $1,2U_{\text{ном в}}$, °	от -180 до +180
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения угла фазового сдвига между фазным напряжением и током основной частоты, °: - при $0,1I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$ ($0,1I_6 \leq I \leq I_{\text{макс}}$) - при $0,01I_{\text{ном}} \leq I \leq 0,1I_{\text{ном}}$ ($0,05I_6 \leq I \leq 0,1I_6$)	± 1 ± 5
Диапазон измерения среднеквадратического значения фазных токов трансформаторного (непосредственного) включения (I), А	от $0,01I_{\text{ном}}$ до $I_{\text{макс}}$ (от $0,05I_6$ до $I_{\text{макс}}$)
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения среднеквадратического значения фазных токов для счетчиков трансформаторного (непосредственного) включения, %: - при $0,05I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$ ($0,1I_6 \leq I \leq I_{\text{макс}}$) - при $0,01I_{\text{ном}} \leq I < 0,05I_{\text{ном}}$ ($0,05I_6 \leq I \leq 0,1I_6$)	$\pm 0,4 (\pm 0,9)$ $\pm (0,4 + 0,02 \cdot 0,05I_{\text{ном}}/I_x - 1)$ $(\pm (0,9 + 0,05 \cdot 0,1I_6/I_x - 1))$
Диапазон измерения длительности провала напряжения ($\Delta t_{\text{п}}$), с	от 0,01 до 60,00
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения длительности провала напряжения, с	$\pm 0,02$

Продолжение таблицы 13

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерения глубины провала напряжения ($\delta U_{\text{п}}$), %	от 10 до 20
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения глубины провала напряжения, %	$\pm 1,0$
Диапазон измерения длительности временного перенапряжения ($\Delta t_{\text{пер } u}$), с	от 0,01 до 60,00
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения длительности временного перенапряжения, с	$\pm 0,02$
Диапазон измерения значения перенапряжения, ($\delta U_{\text{пер}}$), % опорного напряжения	от 110 до 120
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения значения перенапряжения, % опорного напряжения	$\pm 1,0$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения частоты, напряжения и тока в диапазоне температур от -40 до +70 °C, $\delta t_{\text{д}}$, %	$0,05\delta_{\text{д}}(t-t_{23})^*$
Точность хода встроенных часов в нормальных условиях во включенном и выключенном состоянии, с/сут	$\pm 0,5$
Изменение точности хода часов в диапазоне рабочих температур, с/°C/сут: – во включенном состоянии в диапазоне температур от -40 до +70 °C – в выключенном состоянии в диапазоне температур от -40 до +70 °C	$\pm 0,1$ $\pm 0,22$
Постоянная счетчика, имп/(кВт·ч), имп/(квар·ч), для счетчиков: режим испытательных выходов (А)	
3×(57,7-115)/(100-200) В, 1(2) А	25000
3×(57,7-115)/(100-200) В, 5(10) А	5000
3×(120-230)/(208-400) В, 1(2) А	6250
3×(120-230)/(208-400) В, 5(10) А	1250
3×(120-230)/(208-400) В, 5(100) А	250
режим испытательных выходов (В)	
3×(57,7-115)/(100-200) В, 1(2) А	800000
3×(57,7-115)/(100-200) В, 5(10) А	160000
3×(120-230)/(208-400) В, 1(2) А	200000
3×(120-230)/(208-400) В, 5(10) А	40000
3×(120-230)/(208-400) В, 5(100) А	8000
Нормальные условия измерений: – температура окружающего воздуха, °C – относительная влажность, % – атмосферное давление, кПа	23 ± 2 от 30 до 80 от 84 до 106
* где $\delta_{\text{д}}$ – пределы допускаемой основной погрешности измеряемой величины, t – температура рабочих условий, t_{23} – температура плюс 23 °C	

Таблица 14 - Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Полная мощность, потребляемая каждой последовательной цепью, В·А, не более	0,1
Активная (полная) мощность, потребляемая каждой параллельной цепью напряжения без встроенного модуля, Вт (В·А), не более: – при 57,7 В – при 115 В и 120 В – при 230 В	0,20 (0,35) 0,28 (0,55) 0,53 (1,27)
Начальный запуск счетчика, с, менее	5
Жидкокристаллический индикатор: – число индицируемых разрядов – цена единицы младшего разряда при отображении энергии нарастающего итога, кВт·ч (квар·ч)	8 0,01
Тарификатор: – число тарифов – число тарифных зон в сутках с дискретом 10 минут – число типов дней – число сезонов	4 144 4 12
Характеристики интерфейсов связи: – скорость обмена по оптическому порту (фиксированная), бит/с – скорость обмена по порту RS-485, бит/с – скорость обмена по радиоканалу, бит/с	9600 9600, 4800, 2400, 1200, 600, 300 38400
Скорость передачи данных в электрической сети, модуляция DCSK, бит/с	2400
Характеристики испытательных выходов: – количество испытательных изолированных конфигурируемых выходов – максимальное напряжение в состоянии «разомкнуто», В – максимальный ток в состоянии «замкнуто», мА – выходное сопротивление: в состоянии «разомкнуто», кОм, не менее в состоянии «замкнуто», Ом, не более	2 30 50 50 200
Сохранность данных при прерываниях питания, лет: – информации, более – внутренних часов (питание от батареи), не менее	40 16
Защита информации	пароли двух уровней доступа, отдельный пароль для управления нагрузкой и аппаратная защита памяти метрологических коэффициентов
Самодиагностика	циклическая, непрерывная
Условия эксплуатации счетчиков внутренней установки: – температура окружающего воздуха, °С – относительная влажность при 30 °С, % – атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от -40 до +70 до 90 от 70 до 106,7 (от 537 до 800)
Условия эксплуатации счетчиков наружной установки: – температура окружающего воздуха, °С	от -40 до +70

Продолжение таблицы 14

Наименование характеристики	Значение
– относительная влажность при 25 °С, % – атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	до 100 от 70 до 106,7 (от 537 до 800)
Степень защищенности корпуса от проникновения воды и внешних твердых предметов ГОСТ 14254-2015 – счетчиков внутренней установки и на DIN-рейку – счетчиков наружной установки	IP51 IP55
Средняя наработка до отказа, ч	220000
Средний срок службы, лет	30
Время восстановления, ч	2
Габаритные размеры, мм, не более: – счетчиков внутренней установки высота длина ширина – счетчиков наружной установки высота длина ширина – счетчиков наружной установки со швеллером крепления на опоре высота длина ширина – счетчиков установки на DIN-рейку высота длина ширина	289 170 91 198 256 122 350 256 130 150 198 70
Масса, кг, не более – счетчика внутренней установки – счетчика наружной установки – счетчика для установки на DIN-рейку	1,8 1,9 1,0

Знак утверждения типа

наносится на панели счетчиков методом офсетной печати или лазерной маркировки, на титульные листы руководства по эксплуатации (части 1, 3, 4) и формуляра (части 1, 2) - типографским способом.

Комплектность средства измерения

Таблица 15 - Комплект счетчиков

Наименование	Обозначение	Количество, шт./экз.
Счётчик электрической энергии многофункциональный ПСЧ-4ТМ.06Т. (одно из исполнений)		1
Формуляр. Часть 1	ФРДС.411152.008ФО	1
Формуляр. Часть 2	ФРДС.411152.008ФО1*	1
Руководство по эксплуатации. Часть 1	ФРДС.411152.008РЭ*	1
Методика поверки	-	1

Продолжение таблицы 15

Наименование	Обозначение	Количество, шт./экз.
Руководство по эксплуатации. Часть 3. Дистанционный режим	ФРДС.411152.008РЭ2*	1
Руководство по эксплуатации. Часть 4. Измерение и учет потерь	ФРДС.411152.008РЭ3*	1
Программное обеспечение «Конфигуратор СЭТ-4ТМ» версии не ниже 19.01.23	ФРДС.00004-01*	1
Индивидуальная упаковка ПСЧ-4ТМ.06Т.01(03,05,07, 20, 21)	ФРДС.411915.042	1
Индивидуальная упаковка ПСЧ-4ТМ.06Т.60- ПСЧ-4ТМ.06Т.64)	ФРДС.411915.040	1
Индивидуальная упаковка ПСЧ-4ТМ.06Т.40- ПСЧ-4ТМ.06Т.43)	ФРДС.411915.038**	1
Терминал Т-1.02МТ (Т-1.02МТ/1)	ФРДС.468369.010**	1
Комплект монтажных частей:	ФРДС.411911.007**	
Гермоввод	ФРДС.745162.001**	1
Швеллер	ФРДС.745342.001**	1
Уголок	ФРДС.746122.007**	1
Шуруп саморез М4.2×13.32.ЛС59-1.139 DIN968**		2
Винт В2.М4-6q×10.32.ЛС59-1.136 ГОСТ 17473-80**		2
Шайба 4Л 34.БрКМц3-1.136 ГОСТ 6402-70**		2
Шайба А 4.32.ЛС59-1.136 ГОСТ 10450-78**		2
Дюбель-гвоздь фасадный КАТ N 10x100 ***		2
Примечания 1 * Документы в электронном виде, включая сертификаты и ПО «Конфигуратор СЭТ-4ТМ», доступны на сайте предприятия-изготовителя по адресу https://te-nn.ru/. 2 В комплект поставки счетчиков с установленным дополнительным интерфейсным модулем входит формуляр из комплекта поставки модуля; руководство по эксплуатации модуля доступно на сайте предприятия-изготовителя по адресу https://te-nn.ru/. 3 Эксплуатационная документация на счетчик, терминал и дополнительный модуль на бумажном носителе или флеш-накопителе поставляются по отдельному заказу. 4 ** Поставляются со счетчиками наружной установки. Терминал поставляется со счётчиками наружной установки ПСЧ-4ТМ.06Т.40, ПСЧ-4ТМ.06Т.41в двух вариантах исполнения, что в явном виде указывается при заказе: – Т-1.021МТ с питанием от сети переменного тока и с резервным питанием от двух алкалиновых батарей или двух аккумуляторов типоразмера ААА; – Т-1.02МТ/1 без источника сетевого электропитания и с питанием только от двух алкалиновых батарей или двух аккумуляторов типоразмера ААА; Терминал может иметь другой тип или не входить в состав комплекта поставки по отдельному заказу. 5 *** Поставляются по отдельному заказу 6 Ремонтная документация разрабатывается и поставляется по отдельному договору с организациями, проводящими послегарантийный ремонт счётчиков.		

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе ФРДС.411152.008РЭ «Счетчик электрической энергии многофункциональный ПСЧ-4ТМ.06Т. Руководство по эксплуатации. Часть 1». Раздел 2. Описание счетчика и принципа его работы.

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

Приказ Росстандарта от 23 июля 2021 г. № 1436 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений электроэнергетических величин в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц»;

ГОСТ 31818.11-2012 «Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Общие требования. Испытания и условия испытаний. Часть 11. Счетчики электрической энергии»;

ГОСТ 31819.21-2012 «Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 21. Статические счетчики активной энергии классов точности 1 и 2»;

ГОСТ 31819.22-2012 «Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 22. Статические счетчики активной энергии классов точности 0,2S и 0,5S»;

ГОСТ 31819.23-2012 «Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 23. Статические счетчики реактивной энергии»;

ГОСТ 30804.4.30-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии»;

ФРДС.411152.008ТУ «Счетчики электрической энергии многофункциональные ПСЧ-4ТМ.06Т. Технические условия».

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «ТехноЭнерго» (ООО «ТЭ»).

ИНН 5261055814

Адрес: 603152, г. Нижний Новгород, ул. Кемеровская, д. 3, оф. 9

Телефон (факс) (831) 218-04-50.

Web-сайт: <https://te-nn.ru/>

E-mail: info@te-nn.ru.

Испытательный центр

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Нижегородской области» (ФБУ «Нижегородский ЦСМ»)

Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, ул. Республиканская, д. 1

Телефон 8-800-200-22-14.

Web-сайт: www.nncsm.ru.

E-mail: mail@nncsm.ru.

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № 30011-13.

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Осциллографы цифровые RIGOL DS MSO

Назначение средства измерений

Осциллографы цифровые RIGOL DS MSO (далее по тексту – осциллографы) предназначены для исследования формы и измерения амплитудных и временных параметров электрических сигналов.

Описание средства измерений

Принцип действия осциллографов основан на высокоскоростном аналого-цифровом преобразовании входного сигнала, цифровой обработке его с помощью микропроцессора и записи в память. В результате обработки сигнала выделяется его часть, отображаемая на экране.

Конструктивно осциллографы выполнены в виде компактного моноблока. Основные узлы осциллографов: аттенюатор, блок нормализации сигналов, АЦП, ЦАП, микропроцессор, устройство управления, запоминающее устройство, усилитель, схема синхронизации, генератор развертки, блок питания, клавиатура, цветной дисплей.

Осциллографы обеспечивают визуальное наблюдение, запоминание в цифровой форме и автоматическое или курсорное измерение амплитудных и временных параметров электрических сигналов. Каждый канал осциллографов осуществляет независимую цифровую обработку и запоминание сигналов. Также осциллографы позволяют проводить математическую обработку сигналов, статистическую обработку результатов измерений, быстрое преобразование Фурье, документирование результатов измерений.

Осциллографы выпускаются в виде следующих модификаций:

- серия DS1000Z-S PLUS: DS1074Z PLUS, DS1104Z PLUS, DS1074Z-S PLUS, DS1104Z-S PLUS;
- серия DS1000Z-E: DS1202Z-E;
- серия MSO5000: MSO5072, MSO5074, MSO5102, MSO5104, MSO5204, MSO5354;
- серия DS/MSO7000: DS7014, MSO7014, DS7024, MSO7024, DS7034, MSO7034, DS7054, MSO7054;
- серия MSO8000: MSO8064, MSO8104, MSO8204.

Модификации осциллографов отличаются полосой пропускания, числом каналов, дополнительными функциями. Модификации с обозначением MSO в наименовании, имеют дополнительные цифровые измерительные каналы. Серии DS/MSO7000 и MSO8000 имеют дополнительный канал внешнего запуска.

Осциллографы могут комплектоваться дополнительными программными и аппаратными опциями. Для использования цифровых каналов требуется логический пробник, который поставляется по отдельному заказу. Осциллографы серий DS5000, DS/MSO7000, MSO8000 имеют возможность установки опций расширения полосы пропускания. Модификации DS1074Z-S PLUS, DS1104Z-S PLUS имеют встроенный двухканальный генератор сигналов, модификации MSO имеют возможность установки опции двухканального генератора сигналов.

На передней панели осциллографов расположены: жидко-кристаллический дисплей, измерительные каналы, дополнительные входы/выходы (в зависимости от модификации), вход цифрового логического анализатора, выход компенсатора пробника, гнездо заземления, разъемы интерфейсов USB, кнопки и регуляторы для управления и установки параметров.

На задней панели расположены: разъем сети питания, интерфейсы дистанционного управления, дополнительные функциональные интерфейсы (в зависимости от модификации).

Общий вид осциллографов приведен на рисунках 1-5.

Схема пломбировки от несанкционированного доступа представлена на рисунке 6. Пломбировка в виде наклейки, закрывающей стык между панелями корпуса, может осуществляться производителем, ремонтной организацией, поверяющей организацией или организацией, эксплуатирующей данное средство измерений.

Заводской (серийный номер) наносится на наклейку, расположенную на задней панели осциллографов.

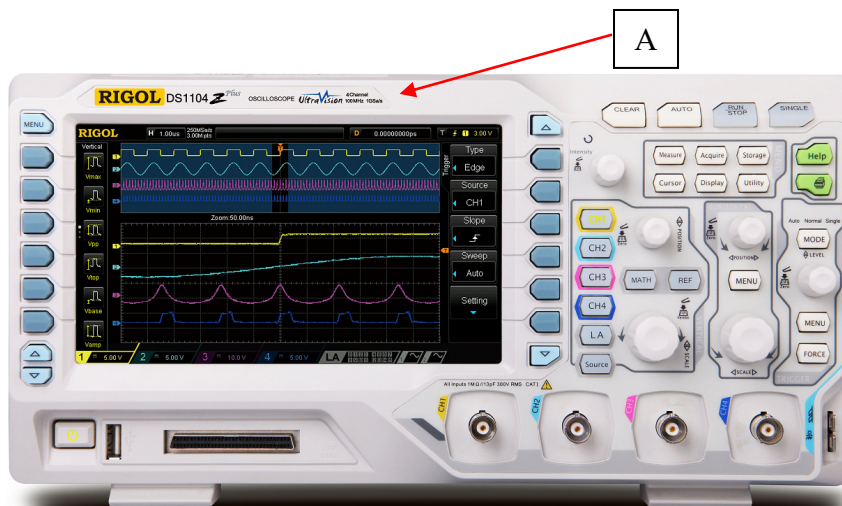


Рисунок 1 – Общий вид осциллографов серии DS1000Z-S PLUS и место нанесения знака утверждения типа (А)

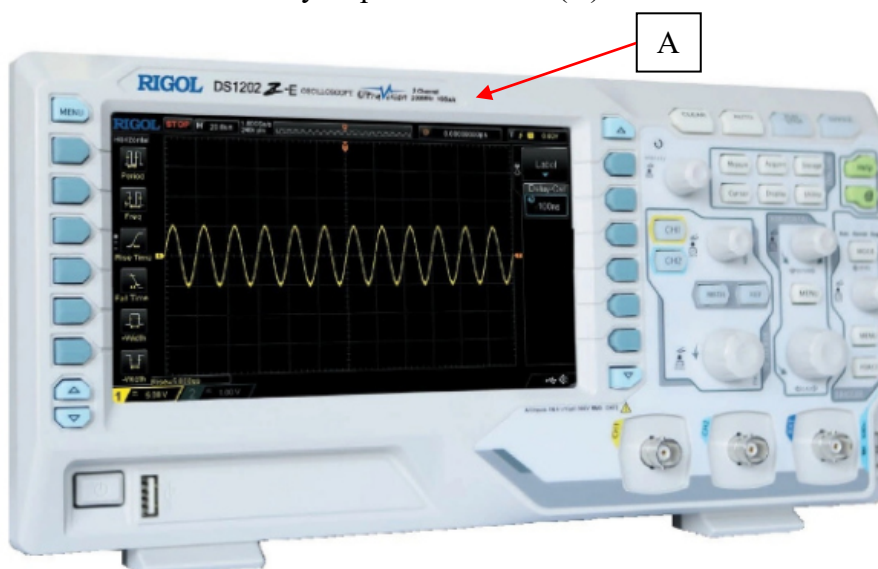


Рисунок 2 – Общий вид осциллографов серии DS1000Z-E и место нанесения знака утверждения типа (А)

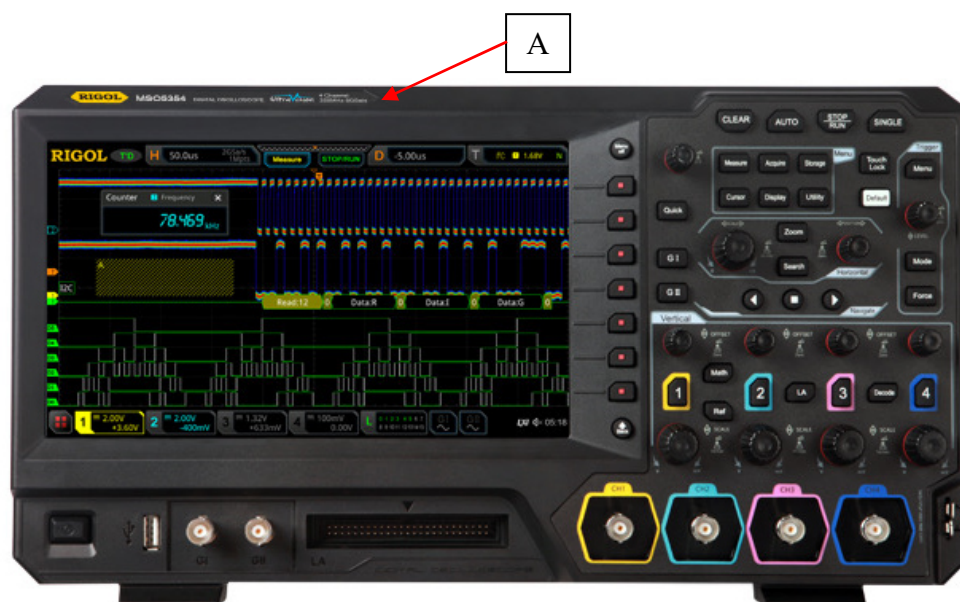


Рисунок 3 – Общий вид осциллографов серии MSO5000 и место нанесения знака утверждения типа (А)

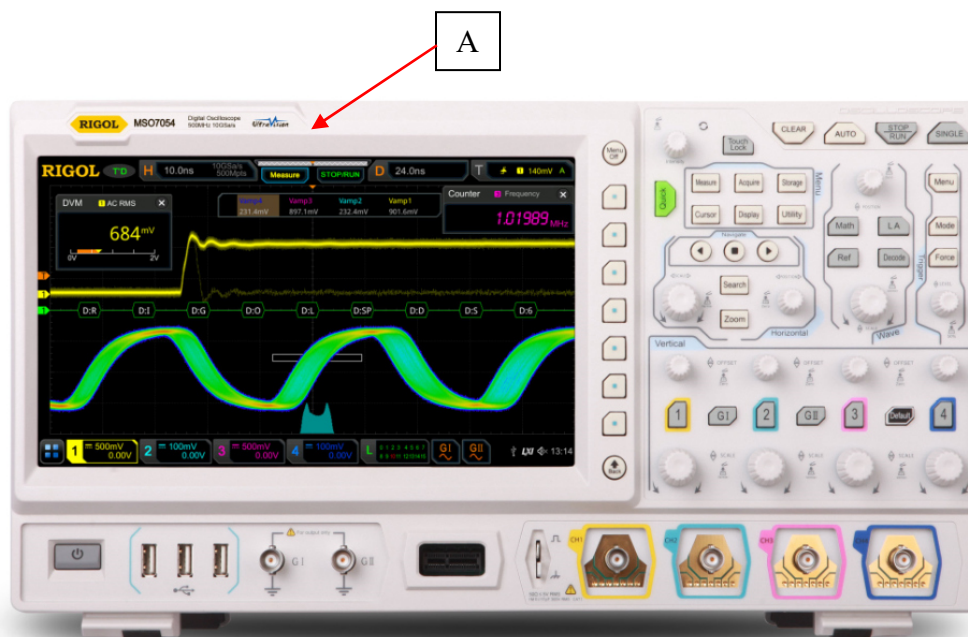


Рисунок 4 – Общий вид осциллографов серии DS/MSO7000 и место нанесения знака утверждения типа (А)



Рисунок 5 – Общий вид осциллографов серии MSO8000 и место нанесения знака утверждения типа (А)



Рисунок 6 – Схема пломбировки от несанкционированного доступа (Б)

Программное обеспечение

Осциллографы функционируют под управлением встроенного программного обеспечения (ПО), разработанного изготовителем. Осциллографы обеспечивают управление всеми режимами работы и параметрами как вручную, так и дистанционно от внешнего компьютера.

Метрологические характеристики приборов нормированы с учетом влияния встроенного ПО.

Уровень защиты программного обеспечения «средний» от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение для серий				
	DS1000Z-S PLUS	DS1000Z-E	MSO5000	DS/MSO7000	MSO8000
Идентификационное наименование ПО	-	-	-	-	-
Номер версии (идентификационный номер ПО)	Не ниже 00.01.01	Не ниже 00.01.01	Не ниже 00.01.01.01.02	Не ниже 00.01.01.01.02	Не ниже 00.01.01.01.06

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Модификации	Значение
Число входных аналоговых каналов ¹⁾	серия DS1000Z-S PLUS, серия DS/MSO7000, серия MSO8000, MSO5074, MSO5104, MSO5204, MSO5354	4
	серия DS1000Z-E, MSO5072, MSO5102	2
Максимальная частота дискретизации, ГГц (при включенных 1/2/3 и 4 каналах)	серия DS1000Z-S PLUS	1/0,5/0,25
	серия DS1000Z-E	1/0,5/-
	MSO5074, MSO5104, MSO5204, MSO5354	8/4/2
	MSO5072, MSO5102	8/2/-
	серия DS/MSO7000, серия MSO8000	10/5/2,5
Длина записи при включенных 1/2/3 и 4 каналах, МБ (стандартная)	серия DS1000Z-S PLUS	24/12/6
	серия DS1000Z-E	24/12/-
	MSO5074, MSO5104, MSO5204, MSO5354	100/50/25
	MSO5072, MSO5102	100/25/-
	серия MSO7000, серия MSO8000	500/250/125
Канал вертикального отклонения		
Входной импеданс	серия DS1000Z-S PLUS, серия DS1000Z-E	1±0,01 МОм, 15±3 пФ
	серия MSO5000	1±0,01 МОм, 17±3 пФ
	серия DS/MSO7000 (переключаемый)	1±0,01 МОм, 17±3 пФ; 50±0,5 Ом
	серия MSO8000 (переключаемый)	1±0,01 МОм, 19±3 пФ; 50±0,5 Ом
Примечание		
¹⁾ – Для модификаций MSO5072, MSO5102 число аналоговых каналов может быть расширено до 4, путем активации программной опции MSO5000-4CH		

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Модификации	Значение
Диапазон установки коэффициента отклонения (K_o), мВ/дел	серии DS1000Z-S PLUS, DS1000Z-E	от 1 до $1 \cdot 10^4$
	серия MSO5000	от 0,5 до $1 \cdot 10^4$
	серии DS/MSO7000, MSO8000 при $R_{вх}=1 \text{ МОм}$; при $R_{вх}=50 \text{ Ом}$	от 1 до $1 \cdot 10^4$ от 1 до $1 \cdot 10^3$
Пределы допускаемой относительной погрешности установки коэффициентов отклонения ¹⁾ , %	серии DS1000Z-S PLUS, DS1000Z-E: в диапазоне установки K_o : $< 10 \text{ мВ/дел}$; $\geq 10 \text{ мВ/дел}$	± 4 ± 3
	серия MSO5000	± 3
	серии DS/MSO7000, MSO8000	± 4
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения постоянного напряжения ¹⁾ , мВ	серии DS1000Z-S PLUS, DS1000Z-E: в диапазоне установки K_o : $< 10 \text{ мВ/дел}$; $\geq 10 \text{ мВ/дел}$	$\pm(0,04 \cdot 10[\text{дел}] \cdot K_o[\text{мВ/дел}])$ $\pm(0,03 \cdot 10[\text{дел}] \cdot K_o[\text{мВ/дел}])$
	серия MSO5000	$\pm(0,03 \cdot 10[\text{дел}] \cdot K_o[\text{мВ/дел}])$
	серии DS/MSO7000, MSO8000	$\pm(0,02 \cdot 10[\text{дел}] \cdot K_o[\text{мВ/дел}])$
Диапазон установки постоянного смещения $U_{см}$, мВ	серии DS1000Z-S PLUS, DS1000Z-E: в диапазоне установки K_o : от 1 до 499 мВ/дел; от 500 мВ/дел до 10 В/дел	$\pm 2 \cdot 10^3$ $\pm 1 \cdot 10^5$
	серия MSO5000: в диапазоне установки K_o : от 0,5 до 50 мВ/дел; от 51 до 260 мВ/дел; от 265 до 10 В/дел	$\pm 1 \cdot 10^3$ $\pm 3 \cdot 10^4$ $\pm 1 \cdot 10^5$
	серии DS/MSO7000, MSO8000 при $R_{вх}=1 \text{ МОм}$, в диапазоне установки K_o : от 0,5 до 50 мВ/дел; от 51 до 260 мВ/дел; от 265 до 10 В/дел	$\pm 1 \cdot 10^3$ $\pm 3 \cdot 10^4$ $\pm 1 \cdot 10^5$
	при $R_{вх}=50 \text{ Ом}$ в диапазоне установки K_o : от 1 до 100 мВ/дел; от 102 мВ/дел до 1 В/дел	$\pm 1 \cdot 10^3$ $\pm 4 \cdot 10^3$
Примечания		
$R_{вх}$ – значение входного сопротивления каналов осциллографа, Ом		
K_o – коэффициент отклонения, В/дел		
$U_{см}$ – установленное значение напряжения постоянного смещения, В		
¹⁾ – для $K_o \leq 2 \text{ мВ/дел}$ – при расчете допускаемых пределов погрешности, K_o принимать равным 4 мВ/дел		

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Модификации	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки постоянного смещения, мВ	все модификации в диапазоне установки K_o ≤ 200 мВ/дел; > 200 мВ/дел	$\pm(0,015 \cdot U_{cm} + 0,1 \cdot K_o + 2)$ $\pm(0,01 \cdot U_{cm} + 0,1 \cdot K_o + 2)$
Полоса пропускания ¹⁾ по уровню -3 дБ, МГц, не менее (для серии MSO8000 ²⁾ при $R_{вх}=50$ Ом)	DS1074Z PLUS, DS1074Z-S PLUS, MSO5072, MSO5074	70
	DS1104Z PLUS, DS1104Z-S PLUS, MSO5102, MSO5104, DS7014, MSO7014,	100
	DS1202Z-E, MSO5204, DS7024, MSO7024	200
	MSO5354, DS7034, MSO7034	350
	DS7054, MSO7054	500
	MSO8064	600
	MSO8104	1000
	MSO8204	2000
Полоса пропускания по уровню -3 дБ для серии MSO8000 при $R_{вх}=1$ МОм, МГц, не менее	серия MSO8000	500
Полоса пропускания по уровню -3 дБ при установленных опциях расширения полосы пропускания, МГц, не менее (для серии MSO8000 при $R_{вх}=50$ Ом)	серия MSO5000 с опциями: MSO5000-BW0T1;	100
	MSO5000-BW0T2, MSO5000-BW1T2;	200
	MSO5000-BW0T3, MSO5000-BW1T3,	350
	MSO5000-BW2T3	350
	серия DS/MSO7000 с опциями: DS7000-BW1T2;	200
	DS7000-BW1T3, DS7000-BW2T3;	350
	DS7000-BW1T5, DS7000-BW2T5, DS7000-BW3T5	500
	серия MSO8000 с опциями: MSO8000-BW6T10;	500
	MSO8000-BW6T20, MSO8000-BW10T20	1000 2000 2000
Время нарастания переходной характеристики, нс (расчётное)	все модификации	350/F-3 дБ, где F-3 дБ - полоса пропускания, МГц
Примечания		
¹⁾ – полоса пропускания нормируется для коэффициентов отклонения ≥ 2 мВ/дел;		
²⁾ – для серии MSO8000 полоса пропускания 2 ГГц обеспечивается при включенном одном канале или одной группы каналов (группа 1: каналы 1 и 2, группа 2: каналы 3 и 4).		

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Модификации	Значение
Канал горизонтального отклонения		
Диапазон установки коэффициентов развертки, с/дел	серия DS1000Z-S PLUS	от $5 \cdot 10^{-9}$ до 50
	серия DS1000Z-E	от $2 \cdot 10^{-9}$ до 50
	MSO5072, MSO5074, MSO5102, MSO5104, DS7014, MSO7014	от $5 \cdot 10^{-9}$ до $1 \cdot 10^3$
	MSO5204, DS7024, MSO7024	от $2 \cdot 10^{-9}$ до $1 \cdot 10^3$
	MSO5354, DS7034, MSO7034	от $1 \cdot 10^{-9}$ до $1 \cdot 10^3$
	DS7054, MSO7054, MSO8064, MSO8104, MSO8104	от $5 \cdot 10^{-10}$ до $1 \cdot 10^3$
	MSO8204	от $2 \cdot 10^{-10}$ до $1 \cdot 10^3$
Пределы допускаемой относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора δ_F	серии DS1000Z-S PLUS, DS1000Z-E	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$
	серия MSO5000	$\pm 2 \cdot 10^{-5}$
	серии DS/MSO7000, MSO8000	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения временных интервалов $T_{изм}$, с	все модификации	$\pm(\delta_F \cdot T_{изм} + 1/F_{дискр} \cdot 5 \cdot 10^{-11})$
Примечания δ_F – относительная погрешность частоты внутреннего опорного генератора $T_{изм}$ – измеренный временной интервал, с $F_{дискр}$ – частота дискретизации, Гц		

Таблица 3 – Метрологические и технические характеристики встроенного цифрового логического анализатора (только для модификаций с обозначением MSO и для серии DS1000Z-S PLUS с опцией MSO)

Наименование характеристики	Значение
Число входных цифровых каналов	16
Максимальная частота дискретизации на каждый канал, МГц (при включенных 8/16 каналах) - серия DS1000Z-S PLUS с опцией MSO - серия MSO5000 - серии DS/MSO7000, MSO8000	1000/500 1000/1000 1250/1250
Пороговые уровни срабатывания	TTL, ECL, CMOS, PECL, LVDS или определяемый пользователем
Пределы установки уровня срабатывания, определяемого пользователем, В	± 15
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня срабатывания, В	$\pm(0,03 \cdot U_{п} + 0,1)$
Максимальный динамический диапазон, В	± 25
Номинальное сопротивление каналов, кОм	100
Примечание $U_{п}$ – установленный уровень срабатывания, В	

Таблица 4 – Метрологические характеристики встроенного генератора сигналов произвольной формы (только с опцией AWG для модификаций с обозначением MSO и для модификаций DS1074-S Plus, DS1104-S Plus)

Наименование характеристики	Значение
Количество каналов	2
Стандартные формы сигнала	синусоидальная, прямоугольная, импульсная, пилообразная (треугольная), постоянный уровень, шумовой сигнал
Встроенные формы сигнала	кривая Гаусса, кривая Лоренца, экспоненциальное нарастание/спад, Haversine (Гаверсинус), Sinc (кардинальный синус)
Диапазон установки частоты для синусоидального сигнала, Гц	от 0,1 до $25 \cdot 10^6$
Диапазон установки частоты для прямоугольного сигнала, Гц	от 0,1 до $15 \cdot 10^6$
Диапазон установки частоты для импульсного сигнала, Гц	от 0,1 до $1 \cdot 10^6$
Диапазон установки частоты для пилообразного (треугольного) сигнала, Гц	от 0,1 до $1 \cdot 10^5$
Диапазон установки частоты для сигнала произвольной формы, Гц	от 0,1 до $1 \cdot 10^7$
Частота дискретизации, МГц	200
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты	$\pm 1 \cdot 10^{-4}$
Диапазон установки выходного напряжения (размах от пика до пика) на нагрузке 50 Ом, В	от 0,01 до 2,5
Диапазон установки выходного напряжения (размах от пика до пика) на нагрузке 1 МОм, В	от 0,02 до 5
Диапазон установки постоянного смещения на нагрузке 50 Ом, В	$\pm 1,25$
Диапазон установки постоянного смещения на нагрузке 1 МОм, В	$\pm 2,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки выходного напряжения на частоте 1 кГц, мВ	$\pm(0,03 \cdot U_{уст} + 1)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки постоянного смещения, мВ	$\pm(0,03 \cdot U_{см} + 0,005 \cdot U_{уст} + 5)$
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики синусоидального сигнала, дБ (относительно частоты 1 кГц)	$\pm 0,7$
Примечания	
$U_{уст}$ – установленный уровень выходного напряжения, мВ	
$U_{см}$ – установленный уровень постоянного смещения, мВ	

Таблица 5 – Технические характеристики

Наименование характеристики	Модификации	Значение
Габаритные размеры (ширина×высота×глубина), мм, не более	серия DS1000Z-S PLUS серия DS1000Z-E серия MSO5000 серия DS/MSO7000 серия MSO8000	313,1×160,8×122,4 313,1×160,8×122,4 367×200×130 410×224×135 410×224×135
Масса, кг, не более (в стандартной комплектации)	серия DS1000Z-S PLUS серия DS1000Z-E серия MSO5000 серия DS/MSO7000 серия MSO8000	3,4 3,1 3,5 3,9 4,0
Напряжение питающей сети, В при частоте питающей сети от 45 до 66 Гц при частоте питающей сети от 360 до 440 Гц	все модификации	от 90 до 264 от 90 до 132
Потребляемая мощность, Вт, не более	серия DS1000Z-S PLUS серия DS1000Z-E серия MSO5000 серия DS/MSO7000 серия MSO8000	50 50 75 200 200
Нормальные условия измерений Рабочие условия применения: – температура окружающей среды, °C – относительная влажность воздуха, %, не более	все модификации	от +18 до +28 80
Рабочие условия применения: – температура окружающей среды, °C – относительная влажность воздуха (при температуре до +30 °C), %, не более	все модификации	от 0 до +50 90

Знак утверждения типа

наносится на переднюю панель осциллографов методом наклейки и на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 6 – Комплектность

Наименование	Обозначение	Количество
Осциллограф цифровой	-	1 шт.
Сетевой кабель	-	1 шт.
Пассивный пробник	-	по числу каналов
USB-кабель	-	1 шт.
Руководство по эксплуатации	-	1 экз.
Методика поверки	-	1 экз.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в п. 4 «Порядок работы» руководства по эксплуатации.

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

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

Приказ Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3463 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений импульсного электрического напряжения»;

Стандарт предприятия на Осциллографы цифровые RIGOL DS MSO.

Правообладатель

Rigol Technologies Co., Ltd, Китай

Адрес: No.8 Ke Ling Road, New District, Suzhou, Jiangsu, China

Телефон: +86 512 6670 6688

Web-сайт: <http://www.rigol.com>

Изготовитель

Rigol Technologies Co., Ltd, Китай

Адрес: No.8 Ke Ling Road, New District, Suzhou, Jiangsu, China

Телефон: +86 512 6670 6688

Web-сайт: <http://www.rigol.com>

Испытательный центр

Акционерное общество «Приборы, Сервис, Торговля» (АО «ПриСТ»)

Адрес: 119071, г. Москва, 2-й Донской пр-д, д. 10, стр. 4, ком. 31

Телефон: +7(495) 777-55-91

Факс: +7(495) 640-30-23

Web-сайт: <http://www.prist.ru>

E-mail: prist@prist.ru

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.312058.