

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Термопреобразователи сопротивления взрывозащищенные ТСМУ 011, ТСПУ 011

### Назначение средства измерений

Термопреобразователи сопротивления взрывозащищенные ТСМУ 011, ТСПУ 011 (далее по тексту - ТС) предназначены для измерений температуры наружной поверхности труб наземных и подземных трубопроводов и температуры грунта во взрывоопасных зонах классов В-1а, В-1г в соответствии с гл. 3 ПУЭ, в которых могут образовываться взрывоопасные смеси категорий ПА, ПВ, ПС групп Т1, ..., Т6 по ТР ТС 012/2011.

### Описание средства измерений

Принцип работы ТС основан на явлении изменения электрического сопротивления металлов при изменении их температуры. Величина изменения электрического сопротивления определяется типом материала чувствительного элемента (далее по тексту - ЧЭ) и величиной изменения температуры. Изменение электрического сопротивления материала ЧЭ преобразуется нормирующим измерительным преобразователем (далее по тексту - НИП) в изменение выходного токового или цифрового сигналов.

ТС состоят из ЧЭ, защитного корпуса, соединительного кабеля, клеммной головки и НИП. ЧЭ выполнены на основе либо микропровода, либо пленочных терморезисторов.

Защитный корпус выполнен из нержавеющей стали и представляет собой цилиндр (корпус типа «К1») или параллелепипед (корпус типа «К2») с плоским дном или дном, имеющим радиус кривизны, соответствующий диаметру поверхности, на которую защитный корпус устанавливается на объекте измерений.

Клеммная головка выполнена из литейного алюминиевого сплава или нержавеющей стали и состоит из корпуса, съемной крышки и вводного устройства для кабеля потребителя. Клеммная головка ТС с индикацией для получения информации об измеряемой величине в виде цифровой индикации на встроенном цифровом дисплее (далее по тексту - ЦД) имеет крышку с прозрачным окном для считывания информации с экрана ЦД. Кабельный ввод клеммной головки обеспечивает возможность подключения ТС к линии потребителя кабелем, кабелем в броне, кабелем в металлорукаве или кабелем в броне и металлорукаве.

Соединительный кабель выполнен на основе многожильных медных проводов во фторопластовой изоляции, которые защищены внешними оболочками из:

- нержавеющей трубы и металлорукава в полихлорвиниловой изоляции,
- гибкого рукава (сильфона) в оплетке из нержавеющей проволоки.

НИП выполнен в виде отдельного блока и установлен в клеммной головке. НИП имеет зажимы для подсоединения токовых выводов ЧЭ и жил кабеля потребителя.

ТС с индикацией в клеммной головке, кроме НИП, имеют ЦД. ЦД выполнен либо в виде отдельного блока, либо совмещен в одном корпусе с НИП.

ТС имеют следующие модели: ТСМУ 011, ТСПУ 011, ТСМУ 011.ИНД, ТСПУ 011.ИНД, ТСМУ 011.МП, ТСПУ 011.МП, ТСМУ 011.МП.ИНД, ТСПУ 011.МП.ИНД,

ТСМУ 011.ХТ, ТСПУ 011.ХТ, ТСМУ 011.ХТ.ИНД, ТСПУ 011.ХТ.ИНД, ТСМУ 011.ХТ.ИНД-СДИр, ТСПУ 011.ХТ.ИНД-СДИр, ТСМУ 011.ХТ-Э1, ТСПУ 011.ХТ-Э1, ТСМУ 011.ХТ-Э1.ИНД, ТСПУ 011.ХТ-Э1.ИНД, ТСМУ 011.ХТ-Э1.ИНД-СДИр, ТСПУ 011.ХТ-Э1.ИНД-СДИр, ТСМУ 011.ХТ-PR, ТСПУ 011.ХТ-PR, ТСМУ 011.ХТ-PR.ИНД, ТСПУ 011.ХТ-PR.ИНД, ТСМУ 011.ХТ-PR.ИНД-СДИр, ТСПУ 011.ХТ-PR.ИНД-СДИр, ТСМУ 011.ХТ-У, ТСПУ 011.ХТ-У, ТСМУ 011.ХТ-У.ИНД, ТСПУ 011.ХТ-У.ИНД, ТСМУ 011.ХТ-У.ИНД-СДИр, ТСПУ 011.ХТ-У.ИНД-СДИр, ТСМУ 011.МБ, ТСПУ 011.МБ.

Модели ТС отличаются друг от друга по типу установленных в них ЧЭ, НИП, ЦД, а также исполнением корпуса и видом взрывозащиты.

В ТС могут быть установлены НИП с фиксированным диапазоном измерений температуры (далее по тексту - ТС.ИП), НИП с фиксированным диапазоном измерений температуры, совмещенный со светодиодным ЦД (далее по тексту - ТС.ИП.ИНД), микропроцессорный НИП (далее по тексту - ТС.МП), микропроцессорный НИП, совмещенный со светодиодным ЦД (далее по тексту - ТС.МП.ИНД), интеллектуальные HART-преобразователи (далее по тексту - ТС.ИП-ХТ), НИП, поддерживающий протокол Modbus RTU (далее по тексту - ТС.МБ). Во всех ТС, кроме ТС.МБ, могут быть установлены ЦД (далее по тексту - ТС.ИНД) со светодиодной индикацией (далее по тексту - СДИ (устанавливаются в ТС.ИП.ИНД, ТС.МП.ИНД) или СДИр (устанавливаются в ТС-ХТ.ИНД)) или с жидкокристаллической индикацией (далее по тексту - ЖКИ). ТС-ХТ в зависимости от типов интеллектуальных HART-преобразователей могут быть: ТС.ХТ, ТС.ХТ-Э1, ТС.ХТ-PR, ТС.ХТ-У.

Модели ТС имеют исполнения, отличающиеся друг от друга по диапазону измерений температуры, по количеству ЧЭ, по типу клеммной головки, по конструкции защитного корпуса, по диаметру установочной поверхности, по материалу и длине соединительного кабеля.

Взрывозащищенность ТС в соответствии с ТР ТС 012/2011 обеспечивается видами взрывозащиты либо «взрывонепроницаемая оболочка «d» (далее по тексту - ТС-Exd), либо «искробезопасная электрическая цепь «i» (далее по тексту - ТС-Exi), либо «взрывонепроницаемая оболочка «d» плюс «искробезопасная электрическая цепь «i» (далее по тексту - ТС-Exdi).

Фотографии общего вида ТС представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Термопреобразователи сопротивления взрывозащищенные ТСМУ 011, ТСПУ 011

Пломбирование термопреобразователей сопротивления взрывозащищенных ТСМУ 011, ТСПУ 011 не предусмотрено.

### Программное обеспечение

Программное обеспечение (далее по тексту - ПО) ТС состоит из встроенных, метрологически значимых, и автономных частей.

Встроенные части ПО недоступны пользователю и не подлежат изменению на протяжении всего времени функционирования ТС, что соответствует уровню защиты «высокий» (в соответствии с рекомендацией по метрологии Р 50.2.077-2014).

Автономные части ПО предназначены для взаимодействия с компьютером, не оказывают влияния на метрологические характеристики ТС и служат для конфигурирования, настройки и получения данных измерений в процессе эксплуатации. Метрологически значимые автономные части ПО и измеренные данные достаточно защищены с помощью специальных средств защиты от преднамеренных изменений.

Метрологические характеристики ТС оценены с учетом влияния на них встроенного ПО.

Идентификационные данные ПО приведены в таблицах 1-3.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение	Значение	Значение	Значение
Идентификационное наименование ПО	MPLAB IPE	Термоприбор-2М	WHart	WIKА_T32
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 4.01	не ниже 1.3	не ниже 1.5	не ниже 1.50
Цифровой идентификатор ПО	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует

Таблица 2

Идентификационные данные (признаки)	Значение	Значение	Значение	Значение
Идентификационное наименование ПО	Ipm0399m3_install.exe	Set-up_HARTconfig_ver12.3.3.exe	Микро-программа	PRreset
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.01	не ниже 12.0	-	не ниже 6.01.1005
Цифровой идентификатор ПО	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение	Значение	Значение
Идентификационное наименование ПО	Software	MPLAB IPE	MCUProgammer.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1	не ниже 4.01	не ниже v.3.2.0.0
Цифровой идентификатор ПО	отсутствует	отсутствует	отсутствует

## Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические характеристики ТС.ИП приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Основные метрологические характеристики ТС.ИП

Диапазоны измерений температуры, °С	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности $\sigma_0$ , % (от диапазона измерений)	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\Delta_{0\text{мин.}}$ , °С
от -50 до +50 от -50 до +100 от -50 до +120 от -50 до +150 от -60 до +50 от -60 до +100 от -60 до +120 от -60 до +150 от 0 до +100 от 0 до +120 от 0 до +150	$\pm 0,5$ ; $\pm 1,0$	$\pm 0,5$
от -25 до +25	$\pm 1,0$	

Основные метрологические характеристики ТС.МП, ТС-ХТ, ТС.МБ приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Основные метрологические характеристики ТС.МП, ТС-ХТ, ТС.МБ

Максимальный диапазон измерений температуры, °С	Минимальный интервал измерений, °С	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности $\sigma_0$ , % (от интервала диапазона измерений температуры)	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\Delta_{0\text{мин.}}$ , °С
от -60 до +150	10	$\pm 0,25$ , $\pm 0,4$ , $\pm 0,5$ , $\pm 0,6$ , $\pm 1,0$	$\pm 0,2$

Примечание к таблицам 4, 5:

При определении предела допускаемой основной погрешности ТС.ИП, ТС.МП, ТС-ХТ, ТС.МБ выбирают максимальное значение между пределом основной абсолютной погрешности  $\Delta_{0\text{мин.}}$ , °С, и рассчитанным значением (в °С) допускаемой основной приведенной погрешности  $\sigma_0$  от диапазона измерений температуры (табл. 4) или от интервала диапазона измерений температуры (табл. 5).

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности индикации  $\sigma_{0\text{инд}}$  ТС.ИНД измеряемой температуры в зависимости от пределов допускаемой основной приведенной погрешности  $\sigma_0$  приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Пределы допускаемой основной приведенной погрешности индикации ТС.ИНД в зависимости от допускаемой основной приведенной погрешности  $\sigma_0$

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности $\sigma_0$ , % (от диапазона измерений (табл. 4) или интервала диапазона измерений (табл. 5) температуры)	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности индикации $\sigma_{0\text{инд}}$ , % (от диапазона измерений (табл. 4) или от интервала диапазона измерений (табл. 5) температуры)	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности индикации $\Delta_{0\text{инд.мин.}}$ , °C
$\pm 0,25$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$
$\pm 0,4$	$\pm 0,5$	
$\pm 0,5$	$\pm 0,6$	
$\pm 0,6$	$\pm 0,7$	
$\pm 1,0$	$\pm 1,1$	

Примечание к таблице 6:

При определении предела допускаемой основной погрешности индикации ТС.ИНД выбирают максимальное значение между пределом основной абсолютной погрешности  $\Delta_{0\text{инд.мин.}}$ , °C, и рассчитанным значением (в °C) допускаемой основной приведенной погрешности  $\sigma_{0\text{инд}}$  от диапазона измерений температуры или интервала диапазона измерений температуры.

Напряжение питания для разных моделей ТС приведено в таблице 7.

Таблица 7 – Напряжение питания ТС

Модели ТС	ТС-Exd	ТС-Exi, ТС-Exdi
	Напряжение питания, В	
ТС.ИП, ТС.МП	от 11 до 34	от 11 до 28
ТС.ИП.ИНД, ТС.МП.ИНД	от 15 до 34	от 15 до 28
ТС.ХТ	от 10,5 до 42	от 10,5 до 30
ТС.ХТ.ИНД (с ЖКИ)	от 13,5 до 42	от 13,5 до 29
ТС.ХТ.ИНД-СДИр	от 15,5 до 42	от 17 до 28
ТС.ХТ-Э1	от 10 до 42	от 10 до 30
ТС.ХТ-Э1.ИНД (с ЖКИ)	от 13 до 42	от 13 до 29
Модели ТС	ТС-Exd	ТС-Exi, ТС-Exdi
	Напряжение питания, В	
ТС.ХТ-Э1.ИНД-СДИр	от 15 до 42	от 17 до 28
ТС.ХТ-PR, ТС.ХТ-Y	от 8 до 35	от 8 до 30
ТС.ХТ-PR.ИНД, ТС.ХТ-Y.ИНД (с ЖКИ)	от 11 до 35	от 11 до 29
ТС.ХТ-PR.ИНД-СДИр, ТС.ХТ-Y.ИНД-СДИр	от 13 до 35	от 15 до 28
ТС.МБ	от 9 до 42	-

Таблица 8 – Метрологические и технические характеристики ТС

Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности, вызванной изменением температуры окружающей среды от +15 до +25 °С до любой температуры в диапазоне от -60 до +80 °С на каждые 10 °С изменения температуры окружающей среды, °С	±0,1
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности индикации значения измеряемой температуры ТС.ИНД, вызванной изменением температуры окружающей среды от +15 до +25 °С до любой температуры в диапазоне от -60 до +80 °С на каждые 10 °С изменения температуры окружающей среды, °С	±0,15
Сопrotивление электрической изоляции между измерительной цепью и корпусом ТС, МОм, не менее <ul style="list-style-type: none"> <li>- при температуре от +15 до +35 °С и относительной влажности от 30 до 80 %</li> <li>- при температуре +40 °С и относительной влажности 100 %</li> <li>- при верхнем значении температуры рабочего диапазона измерений температуры</li> </ul>	20 0,5 5,0
Выходной сигнал: <ul style="list-style-type: none"> <li>- ТС.ИП, ТС.МП</li> <li>- ТС.ИП.ИНД, ТС.МП.ИНД</li> </ul>	<p>постоянный ток, изменяющийся в диапазоне от 4 до 20 мА по ГОСТ 26.011-80;</p> <p>постоянный ток, изменяющийся в диапазоне от 4 до 20 мА по ГОСТ 26.011-80, с одновременной индикацией значения измеряемой температуры на экране установленного в головке СДИ;</p>
- ТС-ХТ	постоянный ток, изменяющийся в диапазоне от 4 до 20 мА по ГОСТ 26.011-80, с наложенным на него цифровым сигналом HART в стандарте Bell-202, версия 5 (или версия 7);

Наименование характеристики	Значение характеристики
<p>- ТС-ХТ.ИНД</p> <p>- ТС-ХТ.ИНД-СДИр</p> <p>- ТС.МБ</p>	<p>постоянный ток, изменяющийся в диапазоне от 4 до 20 мА по ГОСТ 26.011-80, с наложенным на него цифровым сигналом HART в стандарте Bell-202, версия 5 (или версия 7), с одновременной индикацией значения измеряемой температуры на экране установленного в головке ЖКИ;</p> <p>постоянный ток, изменяющийся в диапазоне от 4 до 20 мА по ГОСТ 26.011-80, с наложенным на него цифровым сигналом HART в стандарте Bell-202, версия 5 (или версия 7), с одновременной индикацией значения измеряемой температуры на экране установленного в головке СДИр;</p> <p>цифровой сигнал в соответствии с протоколом RS485, Modbus RTU</p>
Зависимость выходного токового сигнала ТС (за исключением моделей ТС.МБ) от измеряемой температуры	линейная
Время термической реакции $\tau_{0,63}$ , определенное по методике ГОСТ 6651-2009 при коэффициенте теплоотдачи, практически равном бесконечности, с, не более	60
<p>Рабочие условия эксплуатации:</p> <p>- температура окружающей среды, °С</p>	<p>от -60 до +80; от -60 до +70; от -60 до +60; от -55 до +80; от -55 до +70; от -55 до +60; от -50 до +80; от -50 до +70; от -50 до +60; от -50 до +55; от -40 до +80; от -40 до +70; от -40 до +60; от -40 до +55</p>
Диаметр установочной поверхности защитного корпуса, мм	от 60 до 1420
Длина соединительного кабеля, мм	от 500 до 15000
Масса (с комплектом монтажных частей), г, не более	7900
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	175 200
Средний срок службы, лет, не менее	20
Группа исполнения по виброустойчивости по ГОСТ Р 52931-2008	V3

Наименование характеристики	Значение характеристики
Вид климатического исполнения ТС по ГОСТ 15150-69	O1
Группа исполнения ТС по ГОСТ Р 52931-2008 (в диапазоне температур окружающего воздуха от -60 до +80 °С)	Д2
Степень защиты ТС от воздействия воды, твердых тел (пыли) по ГОСТ 14254-2015	IP68

Скорость обмена данными между ТС.МБ и регистрирующей аппаратурой выбирается из стандартного ряда 300, 1200, 9600, 19200, ..., 115200 бод.

Вид взрывозащиты по ТР ТС 012/2011 - «взрывонепроницаемая оболочка «d», или «искробезопасная электрическая цепь «i», или «взрывонепроницаемая оболочка «d» плюс «искробезопасная электрическая цепь «i».

ТС по ТР ТС 012/2011 имеют особовзрывобезопасный или взрывобезопасный уровень взрывозащиты и маркировку взрывозащиты в соответствии с действующим сертификатом соответствия требованиям ТР ТС 012/2011.

### Знак утверждения типа

наносится на титульный лист (в правом верхнем углу) паспорта и руководства по эксплуатации типографским способом, а также на этикетку, прикрепленную к ТС.

### Комплектность средства измерений

Таблица 9 – Комплектность ТС

Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
Термопреобразователь сопротивления взрывозащищенный	-	1 шт.	Модель и исполнение - в соответствии с заказом
Паспорт	ВБАЛ 2.821.011.01 ПС	1 экз.	По требованию заказчика
Руководство по эксплуатации	ВБАЛ 2.821.011 РЭ	1 экз.	Поставка в одном экземпляре с первой партией ТС
Габаритный чертеж (ГЧ)	-	1 экз.	

### Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе.

### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к термопреобразователям сопротивления взрывозащищенным ТСМУ 011, ТСПУ 011

ГОСТ 30232-94 Термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом. Общие технические требования;

ГОСТ 13384-93 Преобразователи измерительные для термоэлектрических преобразователей и термопреобразователей сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний;

ГОСТ 6651-2009 ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний;

ГОСТ Р 52931-2008 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия;

ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры;

ВБАЛ 2.821.011 ТУ Термопреобразователи сопротивления взрывозащищенные ТСМУ 011, ТСПУ 011. Технические условия.



**Изготовитель**

Акционерное общество Специализированное конструкторское бюро «Термоприбор»  
(АО СКБ «Термоприбор»)  
ИНН 7724123433  
Юридический адрес: 115409, г. Москва, вн. тер. г. м. о. Москворечье-Сабурово,  
ш. Каширское, д. 43, к. 5  
Тел./факс: +7 (495) 516-01-48, 516-50-21, 516-50-24, 516-09-30  
E-mail: info@termopribor.com  
Web-сайт: www.termopribor.msk.ru

**Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский  
научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФБУП «ВНИИМС»)  
Адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д. 46  
Тел./факс: (495) 437-55-77 / 437-56-66  
E-mail: office@vniims.ru  
Web-сайт: www.vniims.ru  
Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № 30004-13.