

"Термоизмеритель ТМ-12" - новый прибор для измерения температуры и исследования температурных полей



В настоящее время существует большое количество задач, требующих одновременного измерения температуры в нескольких точках пространства для оценки распределения температуры (исследования температурного поля).

Наиболее распространенные задачи связаны с измерением параметров потоков газов и жидкостей, распределением температур в массивных объектах и объектах сложной конфигурации, аттестацией и испытаниями климатического и термического оборудования, теплоэнергетических установок, поверкой и калибровкой термометров сопротивления.

Схожие требования к средствам измерения температуры предъявляют также проблемы, связанные с контролем и регулированием сложных технологических процессов и многие медицинские приложения.

Для решения подобных задач ООО "ПЭП "СИБЭКОПРИБОР" выпускает многоканальный прецизионный измеритель температуры "Термоизмеритель ТМ-12" (зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под № 34205-07, СЕРТИФИКАТ RU.C.32.007.A № 27153).

Технические характеристики

Количество каналов измерения	12
Диапазон измеряемых температур, °С	от -50 до +200
Разрешение, °С	0,01
Пределы допускаемой основной погрешности измерения температуры в диапазоне температур от 0 °С до 100 °С при измерениях с использованием ИСХ ТС, °С	± 0,05
Пределы допускаемой погрешности в диапазонах температур от -50 °С до 0 °С и от 100 °С до 200 °С при измерениях с использованием ИСХ ТС, °С	± 0,1
Пределы допускаемой дополнительной погрешности, обусловленной отклонением температуры окружающего воздуха от нормальной области значений (20 ± 5) °С при измерении температур от 0 °С до 100 °С с использованием ИСХ ТС, °С	± 0,05
Пределы допускаемой основной погрешности измерения сопротивления и преобразования значения сопротивления в значение температуры с использованием ИСХ ТС по ГОСТ 6651 (для модификации "Термоизмеритель ТМ-12.4"), °С	± (0,03 + 0,0002· t), где t - значение измеряемой температуры

Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения сопротивления и преобразования значения сопротивления в значение температуры с использованием НСХ ТС по ГОСТ 6651, обусловленной отклонением температуры окружающего воздуха от нормальной области значений (20 ± 5) °С (для модификации "Термоизмеритель ТМ-12.4"), °С	$\pm 0,03$
Время непрерывной работы, ч, не менее	144
Количество результатов измерения, сохраняемых в энергонезависимой памяти прибора в режиме мониторинга для каждого канала, не менее	20 000
Напряжение питания однофазным переменным током, В	220
Частота переменного тока, Гц	50 ± 1
Потребляемая электрическая мощность, В·А, не более	2,5
Габаритные размеры, мм, не более	115 x 250 x 280
Масса прибора, кг, не более	3

Прибор обладает высокими **техническими характеристиками** и имеет **ряд преимуществ**, которые выгодно выделяют его из ряда приборов, измеряющих температуру:

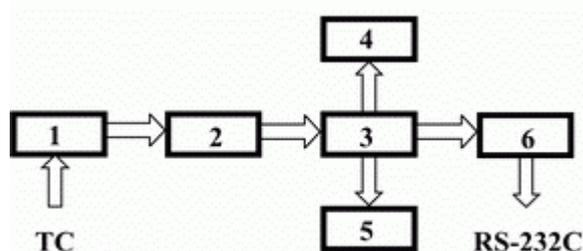
- Результаты измерения температуры всех 12 каналов одновременно отображаются на экране дисплея и посылаются во внешнее устройство через последовательный интерфейс RS-232C.
- Измерение температуры может производиться либо с учетом индивидуальных статических характеристик (ИСХ) термометров сопротивления (ТС), либо с учетом номинальных статических характеристик (НСХ) ТС.
- При измерении температуры с учетом ИСХ, в качестве первичных преобразователей температуры, подключаемых к измерительным каналам, используются платиновые ТС по ГОСТ 6651 с номинальным сопротивлением 100 Ом. ТС входят в комплект принадлежностей и поставляются вместе с прибором. ИСХ для каждого ТС определены и хранятся в энергонезависимой памяти прибора.
- В случае замены ТС, при повторной градуировке все расчеты новой ИСХ выполняются самим прибором.
- Для измерения температуры с учетом НСХ, в памяти прибора хранятся НСХ следующих типов ТС по ГОСТ 6651:
50П, 100П, 500П 50М, 100М, 500М
Pt50, Pt100, Pt500 Cu50, Cu100, Cu500
- В режиме измерений по НСХ прибор может использоваться как устройство для поверки и калибровки рабочих термометров сопротивления и их комплектов, при этом к одному из каналов прибора вместо поверяемого (калибруемого) термометра может быть подключен эталонный термометр сопротивления (пересчет результатов измерений по ИСХ для эталонного термометра выполняется внешней программой).
- Прибор обеспечивает измерение температуры на объектах, удаленных от прибора на расстояния до 100 м.

- Возможна поставка с прибором удобного программного обеспечения клиент-серверной архитектуры, обеспечивающего доступ к результатам измерений и управление прибором с удаленной ЭВМ, подключенной к локальной сети или сети Интернет (в качестве клиента при этом выступает обычный браузер, например, Internet Explorer). Программное обеспечение выполнено кросс-платформенным, оно использует только открытые стандарты и протоколы и может модифицироваться пользователем для решения собственных задач сбора и обработки данных.
- Прибор позволяет осуществить сбор заданного количества результатов измерений через заданный интервал времени (мониторинг) и сохранение этих результатов в энергонезависимой памяти прибора. Данные мониторинга сохраняются при выключении прибора и в дальнейшем могут быть переданы во внешнее устройство.
- Память, отведенная для данных мониторинга, позволяет записать не менее 20000 результатов измерения для каждого из 12 каналов.
- Кроме измерения температуры прибор производит расчет и отображает на экране дисплея дополнительные величины:
 - градиент (изменение) температуры в канале;
 - разницу между результатами базового (первого) канала и остальных каналов.
- Гарантийный срок эксплуатации на прибор составляет 2 года.

Следует отметить, что в случае замены ТС, все расчеты для определения его ИСХ, выполняются самим прибором при градуировке. Градуировка проводится в жидкостных термостатах, работающих в диапазоне температур от - 20 °С до + 200 °С и имеющих нестабильность поддержания температуры не хуже $\pm 0,02$ °С.

Принцип действия прибора (структурная схема приведена на рисунке 1) основан на измерении сопротивления ТС и преобразовании его с учетом индивидуальных статических характеристик (ИСХ) или номинальных статических характеристик (НСХ) ТС в значение измеряемой температуры.

ТС подключаются к входам коммутатора **1** и через них пропускается ток, заданный стабильным генератором тока. Сигнал с каждого подключенного ТС по заданному алгоритму подается на вход аналого-цифрового преобразователя **2** (АЦП).



- 1 - коммутатор;
- 2 - аналого-цифровой преобразователь (АЦП);
- 3 - микропроцессор;
- 4 - дисплей;
- 5 - постоянное запоминающее устройство (ПЗУ);
- 6 - последовательный порт.

Рисунок 1 - Структурная схема прибора

После преобразования входного сигнала полученное цифровое значение поступает в микропроцессор **3**. Микропроцессор осуществляет функцию преобразования цифрового значения сопротивления ТС в температуру с использованием либо индивидуальной статической характеристики (ИСХ) либо номинальной статической характеристики (НСХ) преобразования. Результаты измерений отображаются на дисплее **4** и одновременно передаются в последовательный порт **6** (RS-232C). В режиме МОНИТОРИНГ результаты измерения записываются в энергонезависимое запоминающее устройство **5** ("FLASH"). В энергонезависимой памяти, также сохраняются коэффициенты ИСХ ТС и индивидуальный автоматически изменяемый

идентификационный номер, который позволяет контролировать, изменялась ли ИСХ измерительных каналов с момента последней поверки.

Измерения в приборе производятся циклами. В одном измерительном цикле выполняются измерения сопротивлений от первого канала до последнего, а затем, наоборот, от последнего до первого. Измерение сопротивления ТС производится при двух направлениях измерительного тока. Усредненный в цикле для каждого канала результат привязывается ко времени, соответствующему середине цикла.

В приборе действует **режим самодиагностики**, в котором проверяется его работоспособность. Самодиагностика происходит автоматически после его включения и периодически при работе. В случае некорректной работы с прибором или нарушения его работоспособности на экране дисплея выдаются предупреждающие сообщения.

Прибор имеет четыре модификации:

- **"Термоизмеритель ТМ-12.1"** - модификация, у которой ТС подключаются либо непосредственно к прибору, либо через 2 коммутатора и измерение температуры производится с использованием ИСХ ТС;
- **"Термоизмеритель ТМ-12.2"** - модификация, у которой ТС подключаются непосредственно к прибору и измерение температуры производится с использованием ИСХ ТС;
- **"Термоизмеритель ТМ-12.3"** - модификация, у которой ТС подключаются к прибору через 2 коммутатора и измерение температуры производится с использованием ИСХ ТС;
- **"Термоизмеритель ТМ-12.4"** - модификация, у которой ТС подключаются либо непосредственно к прибору, либо через 2 коммутатора и измерение температуры производится с использованием как ИСХ ТС, так и НСХ ТС по ГОСТ 6651.

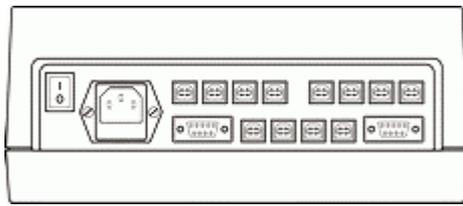
Конструктивно прибор выполнен в виде настольного переносного прибора. На



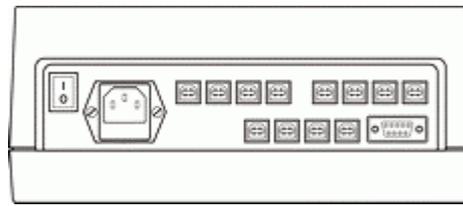
передней панели корпуса (рисунок 2) находятся дисплей, клавиатура и световой индикатор сети.

Рисунок 2 - "Термоизмеритель ТМ-12", передняя панель

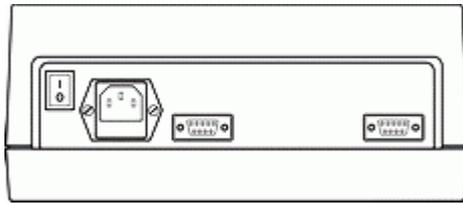
На задней панели прибора (рисунок 3) расположены: клавиша СЕТЬ, сетевая приборная вилка с предохранителем "0,25 А", разъем интерфейса RS-232С для подключения кабеля связи с внешним устройством (терминалом или ПЭВМ), 12 разъемов для подключения ТС ("Термоизмеритель ТМ-12.2", "Термоизмеритель ТМ-12.1" и "Термоизмеритель ТМ-12.4"), разъем для подключения кабеля связи с коммутатором ("Термоизмеритель ТМ-12.3", "Термоизмеритель ТМ-12.1" и "Термоизмеритель ТМ-12.4").



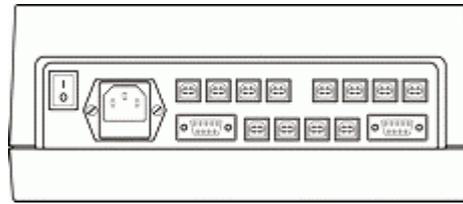
"Термоизмеритель ТМ-12.1"



"Термоизмеритель ТМ-12.2"



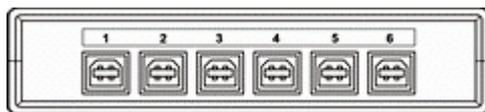
"Термоизмеритель ТМ-12.3"



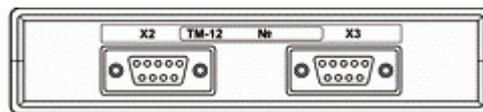
"Термоизмеритель ТМ-12.4"

Рисунок 3 - "Термоизмеритель ТМ-12", задняя панель для всех модификаций

Прямоугольный корпус коммутатора имеет размеры 140x110x35 мм. На корпусе коммутатора, (рисунок 4), расположены с одной стороны 6 разъемов для подключения ТС, с противоположной стороны - 1 разъем для связи с прибором и 1 разъем для связи со вторым коммутатором.



Панель разъемов для подключения ТС



Панель разъемов для подключения кабеля связи

Рисунок 4 - Коммутатор, вид с двух сторон

Коммутаторы, (рисунок 5) подключаются к прибору последовательно (к прибору подключается любой из двух коммутаторов, а к нему подключается второй коммутатор). Длина кабелей связи с коммутаторами может быть произвольной, при условии, что суммарная длина двух кабелей не должна превышать 100 метров.

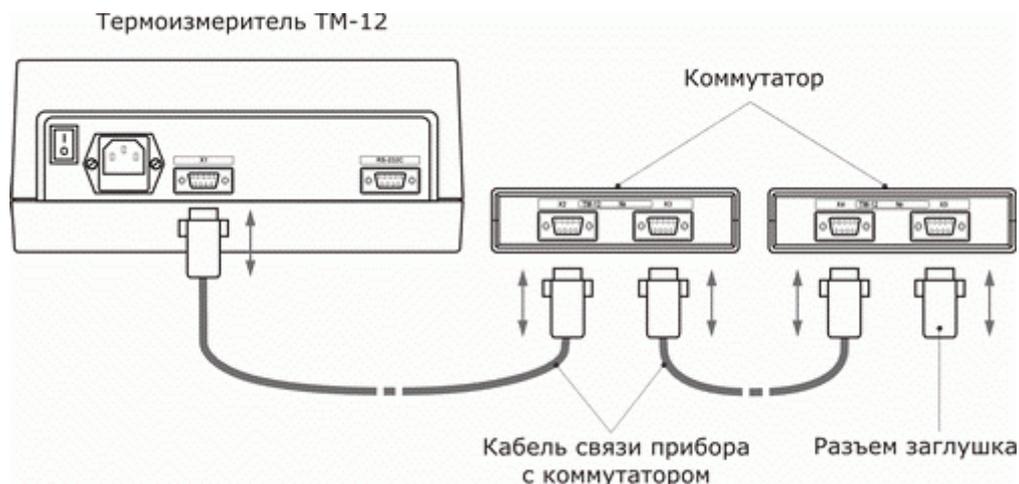


Рисунок 5 - Схема присоединения коммутаторов к прибору

В приборе помимо измерительного режима работы существует ряд вспомогательных, сервисных режимов, делающих работу с прибором удобной и эффективной. Пользовательский интерфейс прибора организован в виде иерархического меню (рисунок 6).

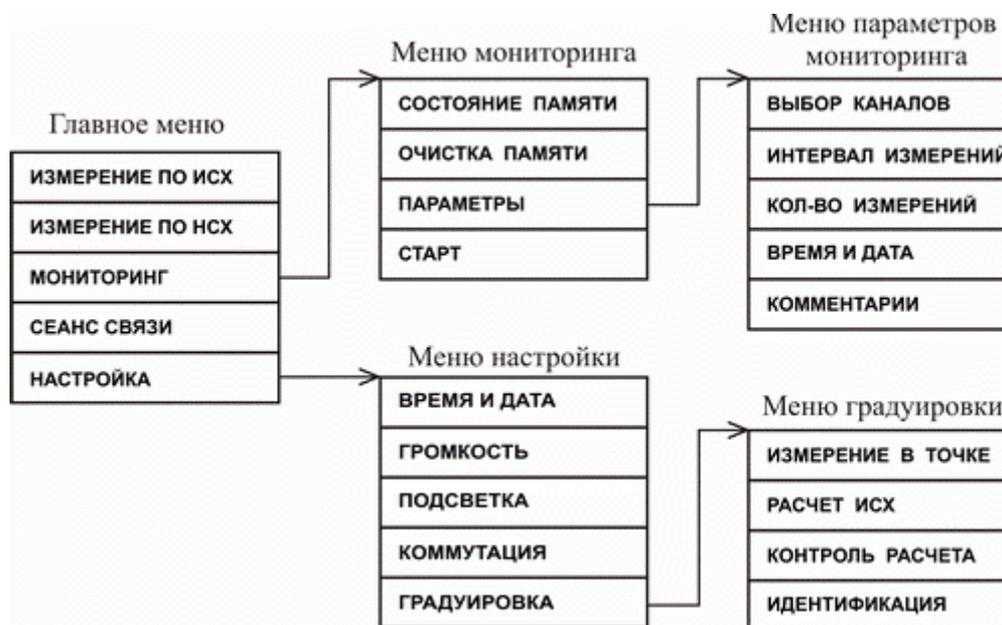


Рисунок 6 - Иерархия меню

После включения прибора и установления рабочего режима на экране дисплея появляется главное меню, состоящее из следующих пунктов:

- **ИЗМЕРЕНИЕ ПО ИСХ** - запуск режима измерения температуры с использованием ТС, поставляемых в комплекте с прибором. Для каждого ТС в памяти прибора хранится ИСХ, используемая при вычислении температуры.
- **ИЗМЕРЕНИЕ ПО НСХ** - запуск режима измерения температуры при помощи ТС по НСХ. Для каждого типа ТС в памяти прибора хранится НСХ, используемая при вычислении температуры (для модификации "Термоизмеритель ТМ-12.4").
- **МОНИТОРИНГ** - переход в подчиненное меню установки параметров и запуска режима мониторинга (меню мониторинга), предназначенного для автоматизации измерения температуры. В этом режиме происходит сбор заданного количества результатов измерений через заданный интервал времени и сохранение этих результатов в энергонезависимой памяти прибора. Сохраняемые результаты могут быть дополнительно идентифицированы, для этого следует установить дату и время проведения сеанса мониторинга и ввести текстовый комментарий.
- **СЕАНС СВЯЗИ** - запуск режима информационного обмена с внешними устройствами. Позволяет передавать в ПЭВМ результаты во время измерения температуры и сохраненные результаты мониторинга.
- **НАСТРОЙКА** - переход в подчиненное меню вспомогательных режимов и функций, которые позволяют включать/выключать подсветку дисплея, устанавливая громкость звука при нажатии клавиш, устанавливать время и дату и осуществлять переход в меню градуировки прибора, а для модификаций "Термоизмеритель ТМ-12.1" и "Термоизмеритель ТМ-12.4" подключать коммутаторы.

Для расширения диапазона измеряемой температуры прибора, разработана и аттестована **«Методика выполнения измерений температуры в диапазоне от минус 145 °С до 700 °С при помощи измерителя температуры многоканального прецизионного "Термоизмеритель ТМ-12"»**.

Для прибора разработана **«Инструкция по поверке и калибровке термометров сопротивления при помощи измерителя температуры многоканального прецизионного "Термоизмеритель ТМ-12"»**.

Высокие технические характеристики в сочетании с удобными сервисными функциями, конструктивными особенностями и дополнительным программным обеспечением "Термоизмерителя ТМ-12" позволят ощутимо повысить эффективность работы в решении задач измерения температуры в нескольких точках и сделать ее удобной и комфортной.

По результатам экспертной оценки функциональных и метрологических характеристик, проведенной в ФГУ «Российский центр испытаний и сертификации "Ростест-Москва"», многоканальному прецизионному измерителю температуры «Термоизмеритель ТМ-12» присвоен **Знак качества средств измерений**.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии наградило ООО "ПЭП "СИБЭКОПРИБОР" **ЗОЛОТОЙ МЕДАЛЬЮ** за высокое качество многоканального прецизионного измерителя температуры "Термоизмеритель ТМ-12".

Более полную информацию о приборе можно узнать на сайте

<http://www.sibecopribor.ru>