

# Руководство по выбору промышленных показаний и зонда температуры



1502A



1504



1523

1524



1529



1586A

Промышленные датчики температуры, как правило, откалиброваны путем помещения их в стабильный источник температуры (сухой блок, печь, калибровочная ванна) и сравнения их результатов с эталонным стандартным зондом, соединенным с показаниями термометра. Этот документ представляет собой руководство по выбору показаний термометра и эталонного стандартного зонда, который обеспечивает адекватную точность системы, необходимую для калибровки общих температурных датчиков, таких как ПТС и термопары.

Это руководство охватывает наиболее распространенные сферы применения высокоточных термометров в калибровке, такие как выбор термометра для повышения точности калибровки в ванной или сухом блоке или сравнение с технологической измерительной аппаратурой на местах (например, термопарокармана с манометром или передатчиком). Проконсультируйтесь по поводу выбора оборудования со специалистом Fluke Calibration по температуре, если вам требуется выполнять специальные задачи, например измерять температуру поверхности, жидкостей с высоким pH, температуру воздуха, температуру внутри шкафа, такого как морозильная камера или печь.

## Пять шагов к выбору показаний термометра и эталонного зонда

шаг

1

Выберите лучшие показания термометра для применения промышленного датчика.

шаг

2

Выберите эталонный зонд с учетом температурного диапазона применения датчика и требуемой глубины погружения.

шаг

3

Определите совокупную точность выбранной системы показаний и эталонного зонда.

шаг

4

Убедитесь, что выбранная система показаний и зонда обеспечит точность, необходимую для калибровки проверяемого датчика.

шаг

5

Оцените необходимость дополнительной калибровки.

## Этап 1. Выберите лучшие показания термометра для промышленного применения.

При выборе правильных показаний термометра следует учесть несколько факторов.

- Какие датчики температуры должны быть откалиброваны — ПТС/резистивные термометры, термисторы, термопары?
- Будут ли показания использоваться для калибровки в полевых условиях или в лаборатории?
- Сколько каналов необходимо для считывания?
- Какие функции протоколирования данных, составления графиков и регистрации данных необходимы?
- Требуется ли контроль температуры источника сухих блоков, ванн или печей для автоматизации калибровки датчика?






В следующей таблице представлено руководство для выбора показаний с учетом этих технических потребностей.

						
Технические потребности	1523	1524	1502A	1504	1529	1586A
Измерение ПТС / резистивных термометров	•	•	•		•	•
Измерение термисторов	•	•		•	•	•
Измерение термопар	•	•			•	•
Питание от батареи	•	•	На заказ	На заказ	На заказ	
Портативная конструкция	•	•				
Одноканальный	•		•	•		
Многоканальный (макс. каналов)		2			4	40
Запись данных (макс. показаний)	25	15 000			8 000	75 000
Автоматическая регистрация данных		•			•	•
Графики (макс. каналов)	1	2				4 (в цвете)
Статистические функции (мин, макс, среднее и т. д.)	•	•			•	•
Управление источником температуры (Сухоблочные калибраторы, ванны, печи Fluke Calibration)						•

Таблица 1. Показания термометра Fluke Calibration.

## Этап 2. Выберите эталонный зонд с учетом температурного диапазона применения датчика и требуемой глубины погружения.

Важно выбрать эталонный зонд, который охватывает весь диапазон температуры применения датчика. В таблице 2 приведены температурные диапазоны для выбранных эталонных зондов.

Модель	Диапазон зонда	Диапазон перехода	Габариты	Основная погрешность <sup>4</sup>	Минимальная глубина погружения	
<b>Вторичный эталонный ПТС<sup>1</sup></b>						
	5615-6	от -200 °C до 200 °C	от -50 °C до 200 °C	152 мм x 4,76 мм (6,0 дюйма x 0,188 дюйма)	± 0,013 °C при 0,010 °C	100 мм (4,0 дюйма)
	5615-9	от -200 °C до 420 °C	от -50 °C до 200 °C	229 мм x 4,76 мм (9,0 дюйма x 0,188 дюйма)	± 0,013 °C при 0,010 °C	100 мм (4,0 дюйма)
	5615-12	от -200 °C до 420 °C	от -50 °C до 200 °C	305 мм x 6,35 мм (12,0 дюйма x 0,250 дюйма)	± 0,013 °C при 0,010 °C	127 мм (5,0 дюйма)
<b>Прецизионный промышленный ПТС<sup>1</sup></b>						
	5627A-6	от -200 °C до 300 °C	от 0 °C до 150 °C	152 мм x 4,7 мм (6,0 дюйма x 0,187 дюйма)	± 0,05 °C при 0 °C	100 мм (4,0 дюйма)
	5627A-9	от -200 °C до 300 °C	от 0 °C до 150 °C	229 мм x 4,7 мм (9,0 дюйма x 0,187 дюйма)	± 0,05 °C при 0 °C	100 мм (4,0 дюйма)
	5627A-12	от -200 °C до 420 °C	от 0 °C до 150 °C	305 мм x 6,35 мм (12,0 дюйма x 0,250 дюйма)	± 0,05 °C при 0 °C	127 мм (5,0 дюйма)
<b>Вторичный стандартный ПТС<sup>1</sup></b>						
	5628	от -200 °C до 661 °C	от 0 °C до 80 °C	305 или 381 x 6,35 мм (12,0 или 15,0 x 0,250 дюйма)	± 0,006 °C при 0 °C	127 мм (5,0 дюйма)
<b>ПТС полного погружения<sup>2</sup></b>						
	5606	от -200 °C до 160 °C	от -200 °C до 160 °C	50 мм x 3,1 мм (2,0 дюйма x 0,125 дюйма)	± 0,05 °C	76 мм (3,0 дюйма)
<b>Вспомогательный зонд термистора<sup>3</sup></b>						
	5610	от 0 °C до 100 °C	от 0 °C до 100 °C	152 или 229 мм x 3,2 мм (6,0 или 9,0 дюйма x 0,125 дюйма)	± 0,01 °C	76 мм (3,0 дюйма)

<sup>1</sup>Включает аккредитованную калибровку 17025.

<sup>2</sup>Не включает калибровку. Узнайте у своего дистрибьютора о вариантах калибровки.

<sup>3</sup>Включает отслеживаемую калибровку NIST. На заказ выполняется калибровка, аккредитованная NVLAP.

<sup>4</sup>Основная погрешность включает погрешность калибровки и краткосрочную повторяемость. Она не включает долговременный дрейф.

Таблица 2. Температурный диапазон для выбранных зондов Fluke Calibration.

## Учитывайте длину

Убедитесь, что эталонный зонд достаточно длинный, чтобы достичь дна сухого блока или чувствительного элемента проверяемого устройства в ванне. Чувствительный элемент ПТС обычно находится на нижних 25 мм зонда. Чувствительный элемент термистора расположен всего на нескольких миллиметрах нижней части зонда. Измерительный узел термопары, где соединяются два разнородных провода.

Чтобы обеспечить одинаковую температуру эталона и проверяемого устройства во время калибровки, чувствительный элемент проверяемого устройства должен быть вертикально соосен центру чувствительного элемента эталонного зонда. Кроме того, измерения могут быть неточными, если любой эталонный зонд или проверяемый прибор недостаточно погружен в сухой блок или ванну.

## Учитывайте диаметр

Минимальное погружение — это минимальная глубина, на которую нужно вставить зонд в ванну или сухой блок для точного измерения. Она определяется диаметром выбранного зонда и длиной внутреннего чувствительного элемента. Действует общее правило, что минимальное погружение зонда должно быть в 15 раз больше диаметра зонда плюс длина датчика. 6- и 9-дюймовые ПТС Fluke Calibration имеют диаметр 3/16 дюйма, а не 1/4 дюйма, и могут быть лучшим выбором при калибровке коротких зондов. В таблице 2 приведена минимальная глубина погружения для выбранных зондов.

## Безопасность и другие соображения

Для некоторых задач может потребоваться подвергнуть воздействию экстремальных значений температуры большую часть зонда, чем желательно. Если ручка зонда подвергается воздействию экстремальных значений температуры, это представляет опасность для пользователя, так как ручка может быть слишком горячей или холодной на ощупь без защитного снаряжения. Кроме того, переходник находится внутри основания ручки зонда (там, где зонд соединяется с кабелем) и может быть поврежден при экстремальных значениях температуры. Наконец, если высокая температура в переходнике вызывает падение сопротивления изоляции ниже 100 МОм, производительность зонда также может уменьшаться.


Например, дополнительный эталонный ПТС 5615-12 может работать в диапазоне от  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $420\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Однако рабочий диапазон для переходника 5615-12 составляет от  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Это означает, что зонд предназначен для измерения температуры от  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $420\text{ }^{\circ}\text{C}$ , но зонд повредится, если ручка подвергнется воздействию температуры ниже  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  или выше  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Даже если зонд не поврежден, прикосновение к слишком горячей или холодной ручке зонда голыми руками может вызвать ожоги.

В этом примере прибор 5615-12 может использоваться для калибровки датчиков при температуре до  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , но он будет поврежден при установке в морозильной камере при температуре  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , так как переходник рассчитан на температуру не ниже  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Для использования в морозильной камере может использоваться полнопогружной ПТС 5606, так как и зонд, и переходник на нем рассчитаны на температуру до  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### Этап 3. Определите совокупную точность выбранной системы показаний и эталонного зонда.

В таблице 3 показана точность системы для показаний термометра Fluke Calibration 1523/1524, 1502A/1504, 1529 и 1586A Super-DAQ и выбранных эталонных зондов (5615, 5627A, 5628, 5605, 5610) или термопар типа Т и К. Например, 1586A Super-DAQ с мультиплексором DAQ-STAQ и дополнительным стандартным ПТС 5628 имеет погрешность системы  $\pm 0,011$  °C при 0 °C.

Эталонные зонды подключены к показаниям термометра, но не все показания разделяют одну и ту же схему подключения. Когда показания и зонд работают в паре, не забудьте выбрать модель с разъемами подходящего типа. Для вашего удобства модели зонда с подходящим разъемом для показаний приведены в таблице 3. Следует отметить, что точность считывания зонда 5606 предполагает, что зонд прошел дополнительную калибровку.

	Погрешность измерений 1523/1524 с выбранными зондами ( $\pm$ °C)						
	Вторичные эталонные ПТС	Прецизионные промышленные ПТС	Вторичные стандартные ПТС	ПТС полного погружения	Датчик термистора	Термопара типа Т	Термопара типа К
Тип разъема: P	5615-6-P 5615-9-P 5615-12-P	5627A-6-P 5627A-9-P 5627A-12-P	5628-12-P	5606-50-P	5610-9-P		
Температура (°C)							
-200	0,025	0,027	0,024	0,031	н/д	0,856	0,885
0	0,021	0,051	0,035	0,049	0,012	0,339	0,333
100	0,029	0,067	0,041	0,067	0,028	0,285	0,322
300	0,044	0,107	0,054	н/д	н/д	0,239	0,332
420	0,054	0,135	0,062	н/д	н/д	н/д	0,330
660	н/д	н/д	0,080	н/д	н/д	н/д	0,344
1300	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	0,451


Разъем типа P — это интеллектуальный разъем Lemo. Он оборудован микрочипом с коэффициентами калибровки датчика и готов к измерению без дополнительной настройки.

Для подключения к термопарам поставляется переходник Lemo-универсальный 2373-LTC.

Модель 1524 может измерять два канала одновременно, но только один канал может быть термопарой.

Диапазон 5615-6 составляет от -200 °C до 300 °C. Диапазон 5615-9, -12 составляет от -200 °C до 420 °C. Диапазон 5627A-6, -9 составляет от -200 °C до 300 °C.

Диапазон 5627A-12 составляет от -200 °C до 420 °C.



	Погрешность измерений 1502A/1504 с выбранными зондами ( $\pm$ °C)				
	Модель 1502				Модель 1504
	Вторичные эталонные ПТС	Прецизионные промышленные ПТС	Вторичные стандартные ПТС	ПТС полного погружения	Датчик термистора
Тип разъема: D	5615-6-D 5615-9-D 5615-12-D	5627A-6-D 5627A-9-D 5627A-12-D	5628-12-D	5606-50-P	5610-9-D
Температура (°C)					
-200	0,024	0,026	0,008	0,031	н/д
0	0,014	0,049	0,009	0,047	0,012
100	0,020	0,064	0,013	0,064	0,025
300	0,033	0,103	0,021	н/д	н/д
420	0,042	0,131	0,026	н/д	н/д
660	н/д	н/д	0,038	н/д	н/д

1502A работает с датчиками, которые оканчиваются разъемами типа D.

Это стандартный разъем DIN; у него нет микрочипа с коэффициентами зонда.

Диапазон 5615-6 составляет от -200 °C до 300 °C. Диапазон 5615-9, -12 составляет от -200 °C до 420 °C. Диапазон 5627A-6, -9 составляет от -200 °C до 300 °C.



Диапазон 5627A-12 составляет от -200 °C до 420 °C.

	<b>Погрешность 1529 с выбранными зондами (<math>\pm</math> °C) — входы для двух термопар и двух ПТС/термисторов</b>						
	Вторичные эталонные ПТС	Прецизионные промышленные ПТС	Вторичные стандартные ПТС	ПТС полного погружения	Датчик термистора	Термопара типа Т	Термопара типа К
Тип разъема: L 	5615-6-L 5615-9-L 5615-12-L	5627A-6-L 5627A-9-L 5627A-12-L	5628-12-L	5606-50-P	5610-9-L		
Температура (°C)							
-200	0,024	0,026	0,008	0,031	н/д	1,000	1,000
0	0,014	0,049	0,009	0,047	0,012	0,400	0,400
100	0,020	0,064	0,013	0,064	0,025	0,300	0,400
300	0,033	0,103	0,021	н/д	н/д	0,300	0,400
420	0,042	0,131	0,026	н/д	н/д	н/д	0,400
660	н/д	н/д	0,038	н/д	н/д	н/д	0,400
1300	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	0,400

Модель 1529 работает с датчиками, которые оканчиваются разъемами типа L. Они представляют собой позолоченный плоский наконечник с отверстием для крепежного болта. Модель 1529 также совместима с золочеными контактами, однополюсными миништекерами и неизолированными проводами. Эта версия модели 1529 совместима также с миниразъемами термопар.

Диапазон 5615-6 составляет от -200 °C до 300 °C. Диапазон 5615-9, -12 составляет от -200 °C до 420 °C. Диапазон 5627A-6, -9 составляет от -200 °C до 300 °C.

Диапазон 5627A-12 составляет от -200 °C до 420 °C.

	<b>Погрешность 1529-R с выбранными зондами (<math>\pm</math> °C) — входы для четырех ПТС/термисторов</b>				
	Вторичные эталонные ПТС	Прецизионные промышленные ПТС	Вторичные стандартные ПТС	ПТС полного погружения	Датчик термистора
Тип разъема: L 	5615-6-L 5615-9-L 5615-12-L	5627A-6-L 5627A-9-L 5627A-12-L	5628-12-L	5606-50-P	5610-9-L
Температура (°C)					
-200	0,024	0,026	0,008	0,031	н/д
0	0,014	0,049	0,009	0,047	0,012
100	0,020	0,064	0,013	0,064	0,025
300	0,033	0,103	0,021	н/д	н/д
420	0,042	0,131	0,026	н/д	н/д
660	н/д	н/д	0,038	н/д	н/д

Модель 1529 работает с датчиками, которые оканчиваются разъемами типа L. Они представляют собой позолоченный плоский наконечник с отверстием для крепежного болта.

Модель 1529 также совместима с золочеными контактами, однополюсными миништекерами и неизолированными проводами.

Диапазон 5615-6 составляет от -200 °C до 300 °C. Диапазон 5615-9, -12 составляет от -200 °C до 420 °C.

Диапазон 5627A-6, -9 составляет от -200 °C до 300 °C. Диапазон 5627A-12 составляет от -200 °C до 420 °C.

	Погрешность 1529-T с выбранными зондами ( $\pm$ °C) — входы для четырех термопар	
	Термопара типа T	Термопара типа K
Температура (°C)		
-200	1,000	1,000
0	0,400	0,400
100	0,300	0,400
300	0,300	0,400
420	н/д	0,400
660	н/д	0,400
1300	н/д	0,400

Эта версия модели 1529 совместима с миниразъемами термопар.

	Погрешность 1586A и мультиметра DAQ-STAQ с выбранными зондами ( $\pm$ °C)						
	Вторичные эталонные ПТС	Прецизионные промышленные ПТС	Вторичные стандартные ПТС	ПТС полного погружения	Датчик термистора	Термопара типа T	Термопара типа K
Тип разъема: L 	5615-6-L 5615-9-L 5615-12-L	5627A-6-L 5627A-9-L 5627A-12-L	5628-12-L	5606-50-P	5610-9-L		
Температура (°C)							
-200	0,024	0,026	0,010	0,031	н/д	0,760	0,780
0	0,014	0,048	0,011	0,046	0,012	0,300	0,300
100	0,019	0,064	0,012	0,063	0,016	0,250	0,290
300	0,032	0,103	0,018	н/д	н/д	0,210	0,290
420	0,040	0,130	0,023	н/д	н/д	н/д	0,290
660	н/д	н/д	0,033	н/д	н/д	н/д	0,290
1300	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	0,370

Модель 1586A работает с датчиками, которые оканчиваются разъемами типа L. Они представляют собой позолоченный плоский наконечник с отверстием для крепежного болта.

Модель 1586A также совместима с золочеными контактами, однополюсными миништекерами, неизолированными проводами и миниклеммами термопары. Диапазон 5615-6 составляет от -200 °C до 300 °C. Диапазон 5615-9, -12 составляет от -200 °C до 420 °C. Диапазон 5627A-6, -9 составляет от -200 °C до 300 °C. Диапазон 5627A-12 составляет от -200 °C до 420 °C.

Таблица 3. Точность считывания с выбранными зондами.

## Этап 4. Убедитесь, что выбранная система показаний и зонда обеспечит точность, необходимую для калибровки проверяемого датчика.

Система калибровки, состоящая из показаний и эталонного зонда, должна иметь более высокий уровень точности, чем калибруемый температурный датчик. Как правило, применяется «коэффициент проверки точности» (TAR) 4:1 или 3:1. TAR 4:1 означает, что точность системы калибровки в четыре раза превышает точность калибруемого датчика. В этом примере система с TAR 4:1 будет более точной, чем система с TAR 3:1.

В таблице 4 показана минимальная точность системы, необходимая для калибровки распространенных датчиков температуры (ПТС класса А и В, термопары типа Т и К). Например, для калибровки ПТС класса В при 0 °С с TAR 4:1 понадобится система (показания, эталонный зонд, источник температуры) с общей погрешностью  $\pm 0,06$  °С.

Температура (°С)	ПТС класса А*	ПТС класса В*	Специальный тип Т	Стандартный тип Т	Специальный тип К	Стандартный тип К
Коэффициент проверки точности 4:1						
-200	0,12	0,27	н/д	0,25	н/д	0,55
0	0,03	0,06	0,13	0,25	0,28	0,55
100	0,08	0,17	0,13	0,25	0,28	0,55
300	0,16	0,38	0,30	0,56	0,30	0,56
370	0,19	0,45	0,37	0,69	0,37	0,69
420	0,21	0,50	н/д	н/д	0,42	0,79
660	0,31	0,76	н/д	н/д	0,66	1,24
1260	н/д	н/д	н/д	н/д	1,26	2,36
Коэффициент проверки точности 3:1						
-200	0,16	0,36	н/д	0,33	н/д	0,73
0	0,04	0,08	0,17	0,33	0,37	0,73
100	0,10	0,22	0,17	0,33	0,37	0,73
300	0,21	0,50	0,40	0,75	0,40	0,75
370	0,25	0,60	0,49	0,93	0,49	0,93
420	0,28	0,67	н/д	н/д	0,56	1,05
660	0,42	1,01	н/д	н/д	0,88	1,65
1260	н/д	н/д	н/д	н/д	1,68	3,15

\*Спецификация ASTM E1137 «Стандарты для промышленных платиновых термометров сопротивления»

Таблица 4. Минимальная погрешность системы, необходимая для калибровки ПТС и термопары ( $\pm$  °С).



## Этап 5. Оцените необходимость дополнительной калибровки.

### Заводская калибровка

Эта стандартная практика для всех приборов Fluke включают в себя заводскую калибровку. Отслеживаемость означает непрерывное сравнение прибора с Американским национальным стандартом, что гарантирует корреляцию измерений, полученных прибором, со стандартом на данном уровне неопределенности.

В некоторых случаях такие зонды, как 5606, не проходят заводскую калибровку, но предлагается калибровка на заказ. Если вы покупаете неоткалиброванный зонд, то цепочка отслеживаемости нарушается, пока не будет выполнена калибровка.

Со многими приборами Fluke заводская калибровка также аккредитована по ISO 17025. В таблице 5 приведена сводная информация по заводской калибровке приборов, рассмотренных в данном руководстве. Как правило, термодпары типа Т и К производитель поставляет неоткалиброванными. Узнайте у своего дистрибьютора о доступных вариантах калибровки прибора для измерения температуры.

Модель	Заводская калибровка	
	Сертифицированная	Прослеживаемая
5615	Стандарт	Стандарт
5627A	Стандарт	Стандарт
5626	Стандарт	Стандарт
5610	На заказ	Стандарт
5606	На заказ	На заказ
1523	На заказ	Стандарт
1524	На заказ	Стандарт
1502A	Стандарт	Стандарт
1504A	Стандарт	Стандарт
1529	Стандарт	Стандарт
1586A	На заказ	Стандарт

Таблица 5. Заводская калибровка выполнена для данных показаний и зондов Fluke.

### Калибровка системы

В дополнение к заводской калибровке для зонда и показаний вам может потребоваться проверить производительность зонда и показаний вместе с «калибровкой системы». Такая калибровка системы обеспечивает более высокий уровень уверенности в том, что приборы работают как ожидалось, когда объединены вместе, и все коэффициенты зонда правильно введены в показания. Узнайте у своего дистрибьютора о доступных вариантах калибровки системы.

### Обзор

Это руководство охватывает шаги, которым необходимо следовать при выборе показаний и датчика, подходящих для вашей задачи. Температурный диапазон применения и требуемая точность — это ключевые факторы, но следует учитывать и другие факторы, рассмотренные в данном руководстве. Если вам требуется выполнять специальные задачи, например измерение температуры поверхности, жидкости с высоким рН, температуры воздуха, температуры внутри шкафа, такого как морозильник или печь, проконсультируйтесь по поводу выбора оборудования у специалиста Fluke Calibration по температуре.

### Fluke Calibration.

*Точность, эффективность, надежность.™*

Электрика
РЧ
<b>Температура</b>
Давление
Расход
ПО

#### Fluke Calibration

PO Box 9090, Everett, WA 98206 U.S.A.

#### Fluke Europe B.V.

PO Box 1186, 5602 BD Eindhoven, The Netherlands

#### ООО «Флюк СИАЙЭС»

125167, г. Москва, Ленинградский проспект дом 37, кор. 9  
Тел: +7 495 664 75 12  
Факс: +7 495 664 75 13  
e-mail: info@fluke.ru

#### Для получения более подробной информации звоните:

В США: тел. (877) 355-3225 или факс (425) 446-5116  
В Европе, в Африке, на Ближнем Востоке: тел. +31 (0) 40 2675 200 или факс +31 (0) 40 2675 222  
В Канаде тел. (800)-36-FLUKE или факс (905) 890-6866  
В других странах тел. +1 (425) 446-5500 или факс +1 (425) 446-5116  
Веб-сайт: <http://www.flukecal.com>

© Fluke Calibration, 2015.  
Технические характеристики могут меняться без предварительного уведомления. Отпечатано в США. 3/2015 6004176A\_RU Pub-ID 13281-rus

**Внесение изменений в этот документ не допускается без письменного разрешения Fluke Corporation.**