

СОГЛАСОВАНО

Руководитель

ФГУП



**Мультиметры цифровые
2000, 2001, 2002, 2010**

Внесены в Государственный
Реестр средств измерений
Регистрационный № 25787-08
Взамен № 25787-03

Выпускаются по технической документации компании "Keithley Instruments, Inc" (США).

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Мультиметры цифровые 2000, 2001, 2002, 2010 (далее – мультиметры) предназначены для измерения напряжения и силы постоянного и переменного электрического тока, электрического сопротивления, частоты и периода электрических сигналов.

Мультиметры применяются при разработке, производстве и испытаниях изделий и систем электронной техники, а также в качестве средств поверки и калибровки электроизмерительных приборов.

ОПИСАНИЕ

Принцип действия мультиметров основан на аналого-цифровом преобразовании входных сигналов в цифровой код с низким уровнем шумов. Скорость измерения – до 2000 отсчетов/сек. Управление измерениями осуществляется микропроцессорами.

Измерительная информация отображается на вакуумном флуоресцентном дисплее.

Все модели в серии снабжены цифровыми интерфейсами IEEE-488 (GPIB) и/или RS-232 для взаимодействия с внешними устройствами. Мультиметры имеют встроенную память с объемом 1024 отсчетов с возможностью расширения до 30000 отсчетов в моделях 2001, 2002 за счет установки дополнительной опции.

Мультиметры могут быть использованы для измерения температуры с применением стандартных по МТШ-90 термометров сопротивления и терморезисторов различных типов.

В качестве опции в слот на задней панели может быть установлен мультиплексор, позволяющий коммутировать до 10 каналов.

Конструктивно каждый мультиметр выполнен в виде моноблока.

По климатическим и механическим воздействиям приборы соответствуют III группе ГОСТ 22261-94 с расширенным рабочим диапазоном температур (0 ... + 50) °С.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

	2000	2010	2001	2002
Разрядность индикатора	6 ½	7 ½	7 ½	8 ½
Измерение постоянного напряжения ³	диапазон / разрешение и параметры основной погрешности ¹ (дополнительной температурной погрешности ²)			
	100 мВ / 100 нВ 65 / 35 (2 / 6)	100 мВ / 10 нВ 41 / 9 (2 / 6)	200 мВ / 10 нВ 37 / 6 (3.3 / 1.5)	200 мВ / 1 нВ 22.2 / 9 (2 / 1.8)
	1 В / 1 мкВ 32 / 7 (2 / 1)	1 В / 100 нВ 25 / 2 (2 / 1)	2 В / 100 нВ 25 / 2 (2.6 / 0.15)	2 В / 10 нВ 13.2 / 0.9 (0.2 / 0.18)
	10 В / 10 мкВ 30 / 5 (2 / 1)	10 В / 1 мкВ 24 / 4 (2 / 1)	20 В / 1 мкВ 24 / 4 (2.6 / 0.7)	20 В / 100 нВ 12.6 / 0.15 (0.3 / 0.02)
	100 В / 100 мкВ 47 / 6 (5 / 1)	100 В / 10 мкВ 35 / 5 (5 / 1)	200 В / 10 мкВ 38 / 3 (4.3 / 1)	200 В / 1 мкВ 24.6 / 2 (1.5 / 0.3)
	1000 В / 1 МВ 45 ⁴ / 6 (5 / 1)	1000 В / 100 мкВ 41 ⁴ / 6 (5 / 1)	1000 В / 100 мкВ 41 / 6 (4.1 / 1)	1000 В / 10 мкВ 24.6 ⁵ / 0.4 (1.5 / 0.06)
	входное сопротивление			
	> 10 ГОм (100 мВ, 1 В, 10 В)		> 10 ГОм (200 мВ, 2 В, 20 В)	
1 МОм ± 1 % (100 В, 1000 В)		1 МОм ± 1 % (200 В, 1000 В)		
Измерение силы постоянного тока ³	диапазон / разрешение и параметры основной погрешности ¹ (дополнительной температурной погрешности ²)			
			200 мкА / 10 пА 500 / 25 (58 / 7)	200 мкА / 10 пА 350 / 25 (50 / 5)
	10 мА / 10 нА 510 / 80 (50 / 5)	10 мА / 1 нА 504 / 40 (50 / 5)	2 мА / 100 пА 400 / 20 (58 / 5)	2 мА / 100 пА 350 / 20 (50 / 5)
	100 мА / 100 нА 540 / 800 (50 / 50)	100 мА / 10 нА 504 / 40 (50 / 5)	20 мА / 1 нА 400 / 20 (58 / 5)	20 мА / 1 нА 350 / 20 (50 / 5)
	1 А / 1 мкА 810 / 80 (50 / 5)	1 А / 100 нА 804 / 40 (50 / 5)	200 мА / 10 нА 500 / 20 (58 / 5)	200 мА / 10 нА 375 / 20 (50 / 5)
	3 А / 10 мкА 1200 / 40 (50 / 5)	3 А / 1 мкА 1200 / 15 (50 / 5)	2 А / 100 нА 900 / 20 (58 / 5)	2 А / 100 нА 750 / 20 (50 / 5)

1. Предел основной относительной погрешности определяется формулой $\delta_0 = \pm [A + B \cdot (R / M)]$, где M – значение измеряемой величины, R – верхний предел диапазона измеряемой величины, A и B – выраженные в ppm (10^{-6}) или в % параметры мультипликативной и аддитивной компонент основной погрешности. Значения параметров основной погрешности соответствуют температуре окружающей среды (23 ± 5) °C и межповерочному интервалу 1 год.
2. Дополнительная относительная погрешность при температуре (0 ... 18) °C и (28 ... 50) °C определяется формулой $\delta_T = \pm [A_T + B_T \cdot (R / M)] \cdot (T - T_0)$, где A и B – выраженные в ppm/°C ($10^{-6}/°C$) или в %/°C параметры мультипликативной и аддитивной компонент дополнительной погрешности, T – значение температуры окружающей среды, $T_0 = 18$ °C при $T < T_0$, $T_0 = 28$ °C при $T > T_0$.
3. Параметры погрешности выражены в ppm.
4. Для напряжений более 500 В к параметру погрешности A следует добавить $0.02 \cdot (U - 500)$, где U – значение измеряемого напряжения.
5. Для напряжений более 200 В к параметру погрешности A следует добавить $0.0025 \cdot (U - 200)$, где U – значение измеряемого напряжения.

	диапазон / разрешение и параметры основной погрешности ¹ (дополнительной температурной погрешности ²)				
	2000 ⁶	2010 ⁶	2001 ⁷	2002 ⁷	
Измерение электрического сопротивления ³		10 Ω / 1 мкОм 64 / 9 (8 / 6)	20 Ω / 1 мкОм 72 / 7 (8 / 1.5)	20 Ω / 100 нОм 46.5 / 6 (2.5 / 0.7)	
	100 Ω / 100 мкОм 115 / 40 (8 / 6)	100 Ом / 10 мкОм 56 / 9 (8 / 6)	200 Ом / 10 мкОм 56 / 7 (4 / 1.5)	200 Ом / 1 мкОм 24.4 / 4 (2.5 / 0.5)	
	1 кОм / 1 МОм 102 / 10 (8 / 1)	1 кОм / 100 мкОм 50 / 2 (8 / 1)	2 кОм / 100 мкОм 50 / 4 (2.5 / 0.2)	2 кОм / 10 мкОм 15.4 / 0.4 (0.8 / 0.05)	
	10 кОм / 10 МОм 102 / 10 (8 / 1)	10 кОм / 1 МОм 50 / 2 (8 / 1)	20 кОм / 1 МОм 50 / 4 (4 / 0.2)	20 кОм / 100 мкОм 16.8 / 0.4 (0.8 / 0.05)	
	100 кОм / 100 МОм 102 / 10 (8 / 1)	100 кОм / 10 МОм 70 / 2 (8 / 1)	200 кОм / 10 МОм 90 / 4.5 (11 / 0.2)	200 кОм / 1 МОм 42.3 / 0.9 (3.5 / 0.18)	
	1 МОм / 1 Ом 102 / 10 (8 / 1)	1 МОм / 100 МОм 70 / 4 (8 / 1)	2 МОм / 100 МОм 160 / 4.5 (25 / 0.2)	2 МОм / 10 МОм 80 / 0.5 (7 / 0.1)	
	10 МОм / 10 Ом 400 / 10 (70 / 1)	10 МОм / 1 Ом 400 / 4 (25 / 1)	20 МОм / 1 Ом 900 / 4.5 (250 / 0.2)	20 МОм / 100 МОм 265 / 0.6 (20 / 0.1)	
	100 МОм / 100 Ом 1500 / 30 (385 / 1)	100 МОм / 10 Ом 1500 / 4 (150 / 1)	200 МОм / 10 Ом 20000 / 100 (4000 / 10)	200 МОм / 1 Ом 565 / 3 (80 / 0.5)	
			1 ГОм / 100 Ом 40000 / 100 (4000 / 10)	1 ГОм / 10 Ом 2065 / 15 (400 / 2.5)	
	Измерение переменного напряжения ⁸	2000, 2010			
		входной импеданс: 1 МОм ± 2 %, < 100 пФ			
диапазон / разрешение					
100 мВ / 100 нВ; 1 В / 1 мкВ; 10 В / 10 мкВ; 100 В / 100 мкВ; 750 В / 1 мВ					
параметры основной погрешности ^{1,9} (дополнительной температурной погрешности ²)					
3 ... 10 Гц 0.35 / 0.03 (0.035 / 0.003)		10 Гц ... 20 кГц 0.06 / 0.03 (0.005 / 0.003)	20...50 кГц 0.12 / 0.05 (0.006 / 0.005)	50...100 кГц 0.6 / 0.08 (0.01 / 0.006)	100...300 кГц 4 / 0.5 (0.03 / 0.01)
2001, 2002					
входной импеданс: 1 МОм ± 2 %, < 140 пФ					
диапазон / разрешение и параметры дополнительной температурной погрешности ^{2,10}					
200 мВ / 100 нВ 0.004 / 0.001		2 В / 1 мкВ 0.004 / 0.001	20 В / 10 мкВ 0.006 / 0.001	200 В / 100 мкВ 0.006 / 0.001	750 В / 1 мВ 0.012 / 0.001

6. Параметры погрешности даны для 4-х проводной схемы. Для 2-х проводной схемы к абсолютной погрешности следует добавить 1 Ом.
7. Параметры погрешности даны для 4-х проводной схемы с функцией компенсации смещения в диапазонах 20 Ом ... 20 кОм, 4-х проводной схемы без компенсации смещения в диапазоне 20 МОм и 2-х проводной схемы в диапазонах 20 МОм, 200 МОм, 1 ГОм.
8. Параметры погрешности выражены в %.
9. Параметры погрешности действительны для $(M / R) \geq 0.05$.
10. На частотах свыше 100 кГц к параметру погрешности A_T следует добавить 0.01.

	параметры основной погрешности ^{1,11,12}				
	2001				
	10 ... 50 Гц	50 ... 100 Гц	0.1 ... 2 кГц	2 ... 10 кГц	10 ... 30 кГц
200 мВ	0.06 / 0.015	0.05 / 0.015	0.05 / 0.015	0.05 / 0.015	0.05 / 0.015
2 В	0.06 / 0.015	0.05 / 0.015	0.05 / 0.015	0.05 / 0.015	0.05 / 0.015
20 В	0.07 / 0.015	0.06 / 0.015	0.06 / 0.015	0.085 / 0.015	0.12 / 0.015
200 В ¹⁴	0.07 / 0.015	0.06 / 0.015	0.06 / 0.015	0.085 / 0.015	0.12 / 0.015
750 В ¹⁴	0.11 / 0.015	0.1 / 0.015	0.1 / 0.015	0.13 / 0.015	0.18 / 0.015
	30 ... 50 кГц	50 ... 100 кГц	100...200кГц	0.2...1 МГц	1 ... 2 МГц
200 мВ	0.06 / 0.015	0.17 / 0.015	0.5 / 0.025	2 / 0.1	5 / 0.2
2 В	0.06 / 0.015	0.17 / 0.015	0.5 / 0.025	2 / 0.1	5 / 0.2
20 В	0.13 / 0.015	0.17 / 0.015	0.5 / 0.025	4 / 0.2	7 / 0.2 ¹³
200 В ¹⁴	0.13 / 0.015	0.17 / 0.015	0.5 / 0.025 ¹³	4 / 0.2 ¹³	
750 В ¹⁴	0.22 / 0.015 ¹³	0.5 / 0.015 ¹³			
	10 ... 50 Гц	50 ... 100 Гц	0.1 ... 2 кГц	2 ... 10 кГц	10 ... 30 кГц
200 мВ	0.06 / 0.015	0.035 / 0.015	0.03 / 0.01	0.02 / 0.01	0.025 / 0.01
2 В	0.04 / 0.015	0.025 / 0.015	0.02 / 0.01	0.02 / 0.01	0.025 / 0.01
20 В	0.06 / 0.015	0.035 / 0.015	0.03 / 0.015	0.04 / 0.015	0.05 / 0.015
200 В ¹⁴	0.05 / 0.015	0.03 / 0.015	0.03 / 0.015	0.04 / 0.015	0.05 / 0.015
750 В ¹⁴	0.09 / 0.015	0.05 / 0.015	0.05 / 0.015	0.06 / 0.015	0.08 / 0.015
	30 ... 50 кГц	50 ... 100 кГц	100...200кГц	0.2...1 МГц	1 ... 2 МГц
200 мВ	0.05 / 0.01	0.3 / 0.01	0.75 / 0.025	2 / 0.1	5 / 0.2
2 В	0.05 / 0.01	0.3 / 0.01	0.75 / 0.025	2 / 0.1	5 / 0.2
20 В	0.07 / 0.015	0.3 / 0.015	0.75 / 0.025	4 / 0.2	7 / 0.2 ¹³
200 В ¹⁴	0.07 / 0.015	0.3 / 0.015	0.75 / 0.025 ¹³	4 / 0.2 ¹³	
750 В ¹⁴	0.1 / 0.015 ¹³	0.5 / 0.015 ¹³			
	2000, 2010				
	диапазон / разрешение: 1 А / 1 мкА; 3 А / 10 мкА				
	параметры основной погрешности ^{1,9} (дополнительной температурной погрешности ²)				
		3 ... 10 Гц	10 Гц ... 5 кГц		
1 А		0.3 / 0.04 (0.035 / 0.006)	0.1 / 0.04 (0.015 / 0.006)		
3 А		0.35 / 0.06 (0.035 / 0.006)	0.15 / 0.06 (0.015 / 0.006)		
	2001, 2002				
	диапазон / разрешение и параметры основной погрешности ^{1,9}				
	20 ... 50 Гц	50 ... 200 Гц	0.2 ... 1 кГц	1 ... 10 кГц	
200 мкА / 100 нА	0.35 / 0.015	0.2 / 0.015	0.4 / 0.015	0.5 / 0.015	
2 мА / 1 нА	0.3 / 0.015	0.15 / 0.015	0.12 / 0.015	0.12 / 0.015	
20 мА / 10 нА	0.3 / 0.015	0.15 / 0.015	0.12 / 0.015	0.12 / 0.015	
200 мА / 100 нА	0.3 / 0.015	0.15 / 0.015	0.12 / 0.015	0.15 / 0.015	
2 А ¹⁶ / 1 мкА	0.35 / 0.015	0.2 / 0.015	0.3 / 0.015	0.45 / 0.015	
	параметры дополнительной температурной погрешности ² : 0.01 / 0.001				

11. В режиме "LOW FREQUENCY MODE" на частотах ниже 50 кГц.
12. Параметры А и В погрешности действительны для $(M / R) \geq 0.1$ на частотах свыше 200 кГц, $(M / R) \geq 0.05$ в диапазонах до 750 В, $(M / R) \geq 0.07$ в диапазоне 750 В.
13. Типовое значение.
14. Для напряжений более 100 В к параметру погрешности А следует добавить $0.001 \cdot (U / 100 \text{ В})^2$, где U – значение измеряемого напряжения.
15. В диапазоне частот 10 ... 100 кГц погрешность не нормируется.
16. Для силы тока более 0.5 А к параметру погрешности А следует добавить 0.005.

Измерение частоты и периода	2000, 2010			
	частота / период переменного напряжения			
	диапазоны: частота 3 Гц ... 500 кГц, период 2 мкс ... 333 мс			
	амплитуда входного напряжения ¹⁷ : 100 мВ ... 750 В			
	относительная погрешность измерения: не более ± 0.01 %			
	2001, 2002			
	частота / период переменного напряжения и переменного тока			
	диапазон по напряжению: частота 1 Гц ... 15 МГц, период 67 нс ... 1 с			
диапазон по току: частота 1 Гц ... 1 МГц, период 1 мкс ... 1 с				
амплитуда входного напряжения ¹⁷ : 60 мВ ... 1100 В				
амплитуда силы входного тока ¹⁸ : 150 мкА ... 1 А				
относительная погрешность измерения: не более 0.03 %				
Измерение температуры	тип измерительного преобразователя температуры ¹⁹			
	2000	2010	2001, 2002	
	термопары J, K, T	платиновые термометры сопротивления 100 Ом		
		термопары J, K, N, T	термопары J, K, T, E, R, S, B	
общие технические характеристики				
	2000	2010	2001	2002
Время прогрева²⁰	1 час	2 часа	2 часа	4 часа
Напряжение и частота сети питания	100 / 120 / 220 / 240 В ± 10 % 45...66; 360...440 Гц		120/220 В ± 10 % 50 / 60 / 400 Гц	
Потребляемая мощность, не более	22 ВА		55 ВА	
Габаритные размеры (без ножек и ручки)	90 мм (высота) x 214 мм (ширина) x 370 мм (глубина)			
Масса, не более	2.9 кг		4.2 кг	

17. Амплитуда должна быть не менее 10 % от верхнего предела диапазона напряжения.
Для диапазона 100 мВ при уровне менее 20 мВ частота должна быть не менее 10 Гц.

18. На частотах 5 ... 15 МГц амплитуда напряжения должна быть не менее 350 мВ.

19. По МТШ-90.

20. Минимальное время после включения, при котором обеспечиваются указанные параметры погрешности. Время прогрева указано для измерения постоянного напряжения и сопротивления.
Для остальных режимов время прогрева – 1 час.

ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа наносится на корпус прибора и титульный лист руководства по эксплуатации типографским или иным способом.

КОМПЛЕКТНОСТЬ

Наименование	Обозначение	Количество
Мультиметр цифровой	2000, 2001, 2002, 2010 (в соответствии с заказом)	1
Кабели измерительные и принадлежности	в соответствии с заказом	по заказу
Модули мультиплексоров	2000-SCAN, 2001-TCSCAN (в соответствии с заказом)	по заказу
Руководство по эксплуатации	К2000-2003 РЭ (для 2000, 2010) или К2001-2003 РЭ (для 2001, 2002)	1
Методика поверки		1

ПОВЕРКА

Поверка проводится в соответствии с документом «Мультиметры цифровые 2000, 2001, 2002, 2010 и мультиметры цифровые с системой сбора данных 2700, 2701, 2750. Методика поверки», утвержденным руководителем ГЦИ СИ ФГУП ВНИИМС 11.11.2008 г.

Рекомендуемые средства поверки и минимальные требования к основным характеристикам средств поверки:

- калибратор многофункциональный Fluke 5720A
значения погрешности воспроизведения постоянного и переменного напряжения, силы постоянного и переменного тока, электрического сопротивления до 100 МОм не более 1/3 соответствующих значений погрешности поверяемого мультиметра во всех диапазонах
- мера электрического сопротивления однозначная Р4030-М1
сопротивление 1 ГОм, класс точности 0.01
- генератор сигналов произвольной формы Agilent 33120A
амплитуда напряжения 500 мВ, частота 1 Гц ... 15 МГц, относительная погрешность частоты не более 0.001 %

Межповерочный интервал – один год.

НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

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

Техническая документация компании-изготовителя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип мультиметров цифровых 2000, 2001, 2002, 2010 утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен в производстве и эксплуатации.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ: компания "Keithley Instruments, Inc" (США).

Адрес изготовителя: 28775 Aurora Road, Cleveland, Ohio, USA.

ЗАЯВИТЕЛЬ: Авторизованный сервисный центр компании "Keithley Instruments, Inc"
– ЗАО «АКТИ-Мастер», 125047, г. Москва, ул. Александра Невского,
19/25 стр. 1, тел./факс (495)154-7486, e-mail: metlab@actimaster.ru

Заместитель генерального директора
по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»



Д.Р. Васильев