

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Мультиметры В7-86, В7-86/1, В7-86/2

Назначение средства измерений

Мультиметры В7-86, В7-86/1, В7-86/2 (далее по тексту мультиметр) предназначены для измерений напряжения и силы постоянного и переменного токов; сопротивления постоянному току, частоты электрических сигналов, электрической ёмкости и индуктивности.

Описание средства измерений

Принцип действия мультиметра основан на преобразовании измеряемой величины в нормированное аналоговое напряжение постоянного тока (или в нормированную частоту) с последующим преобразованием его в цифровой код.

Преобразование измеряемых напряжений или тока в нормированное аналоговое напряжение осуществляется посредством делителя напряжения или токового шунта. На токовом шунте выделяется падение напряжения пропорциональное силе преобразуемого тока.

Основным узлом мультиметра является «сигма-дельта» аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), осуществляющий преобразование нормированного напряжения, поступающего на его вход непосредственно или через преобразователь среднеквадратичных значений (СКЗ), в цифровое значение с выводом информации на индикатор.

Измерение сопротивления осуществляется посредством измерения падений напряжения на измеряемом и образцовом сопротивлениях, соединенных последовательно между собой и источником тока.

Измерение частоты осуществляется при помощи интегрированных таймеров микроконтроллера, при этом для измерения частоты на пределах до 20 кГц используется метод «заполнения» - период входного сигнала «заполняется» импульсами опорной частоты. На остальных пределах используется прямое измерение частоты — подсчет числа входных импульсов за известный промежуток времени.

Измерение емкости и индуктивности осуществляется путем их преобразования в частоту при помощи генератора, частота выходного сигнала которого зависит от величины измеряемой емкости (индуктивности).

Управление работой мультиметра осуществляется однокристалльным микроконтроллером. Микроконтроллер обеспечивает опрос состояния клавиатуры, прием данных из АЦП, управление всеми измерительными процессами и алгоритмами, вывод показаний на индикатор, а также организует обмен данными посредством беспроводного интерфейса, при использовании мультиметра в составе автоматизированных систем.

Мультиметр выполнен в малогабаритном герметичном пластмассовом корпусе, состоящем из крышки и корпуса, скрепленных шестью винтами.

Для обеспечения герметизации мультиметра используются уплотняющие прокладки.

На крышке мультиметра расположены входные гнезда, клавиатура.

На корпусе мультиметра расположен отсек для элементов питания и токового предохранителя. Отсек закрыт крышкой.

Все электрорадиоэлементы расположены на одной печатной плате.

Модификации мультиметра отличаются между собой вариантами питания и возможностью работы в составе автоматизированных систем:

- В7-86 – модификация с двумя одноразовыми химическими элементами питания типа АА;
- В7-86 /1 – модификация с двумя аккумуляторами типа АА и блоком питания зарядного устройства;
- В7-86 /2 – модификация с двумя аккумуляторами типа АА, блоком питания зарядного устройства, USB приемо-передатчика (беспроводного интерфейса стандарта IEEE 802.15.4) и ПО.

Мультиметр модификации В7-86/2 может быть использован в составе автоматизированных систем.

Общий вид мультиметра представлен на рисунке 1. Места пломбировки и нанесения поверительных клейм указаны на рисунке 2.



Рисунок 1. Общий вид мультиметра



Рисунок 2. Места пломбировки

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) мультиметра записывается в память микроконтроллера на этапе производства и в процессе эксплуатации мультиметра изменению не подлежит.

ПО осуществляет установку внутренней конфигурации составных частей мультиметра, обеспечивая при этом соответствие режима его работы режиму, заданному оператором.

Защита программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных действий соответствует уровню «А» по МИ 3286-2010.

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения.

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения.
Встроенное программное обеспечение мультиметра В7-86	V7_86.hex	1.0	_*	_*

* - проверка цифрового идентификатора не предусмотрена, в связи с отсутствием доступа к программному обеспечению мультиметра

Метрологические и технические характеристики

1. Метрологические характеристики мультиметра в нормальных условиях, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические характеристики мультиметра в нормальных условиях

Измеряемая величина	Диапазон измерения	Пределы измерения	Пределы допускаемой основной относительной, погрешности измерений, \pm
Напряжение постоянного тока	от 10^{-5} до 10^3 В	200 мВ	0,2 % от $U_x+0,03$ мВ
		2 В	0,05 % от $U_x+0,1$ мВ
		20 В	0,05 % от U_x+1 мВ
		200 В	0,05 % от U_x+10 мВ
		1000 В	0,3 % от $U_x+0,5$ В
Напряжение переменного тока частотой от 20 Гц до 1 кГц	от 2×10^{-4} до 750 В	200 мВ	0,5 % от $U_x+0,5$ мВ
		2 В	0,3 % от U_x+2 мВ
		20 В	0,3 % от U_x+10 мВ
		200 В	0,4 % от $U_x+0,1$ В
		750 В	0,5 % от U_x+1 В
Напряжение переменного тока частотой от 1 до 10 кГц	от 2×10^{-4} до 750 В	200 мВ	1,0 % от U_x+1 мВ
		2 В	0,6 % от U_x+5 мВ
		20 В	0,6 % от U_x+20 мВ
		200 В	1,8 % от $U_x+0,2$ В
		750 В	1,0 % от U_x+1 В
Напряжение переменного тока частотой от 10 до 20 кГц	от 2×10^{-4} до 200 В	200 мВ	1,0 % от U_x+1 мВ
		2 В	0,6 % от U_x+5 мВ
		20 В	0,6 % от U_x+20 мВ
		200 В	1,8 % от $U_x+0,2$ В
		200 В	1,8 % от $U_x+0,2$ В
Напряжение переменного тока частотой от 20 до 100 кГц	от 2×10^{-4} до 200 В	200 мВ	2,0 % от U_x+2 мВ
		2 В	1,5 % от U_x+20 мВ
		20 В	1,5 % от U_x+200 мВ
		200 В	2,5 % от $U_x+0,2$ В
		200 В	2,5 % от $U_x+0,2$ В
Сопротивление постоянному току	от 10^{-5} до 2×10^3 кОм	200 Ом	0,35 % от $R_x+0,1$ Ом
		2 кОм	0,2 % от $R_x+0,1$ Ом
		20 кОм	0,1 % от R_x+5 Ом
		200 кОм	0,1 % от $R_x+0,05$ кОм
		2 МОм	0,3 % от R_x+1 кОм

Продолжение таблицы 2

Измеряемая величина	Диапазон измерения	Пределы измерения	Предел допускаемой основной относительной погрешности измерений, ±
Сила постоянного тока	от 10^{-5} до 2×10^4 мА	200 мкА	1,0 % от $I_x + 1$ мкА
		2 мА	0,3 % от $I_x + 3$ мкА
		20 мА	0,1 % от $I_x + 10$ мкА
		200 мА	0,1 % от $I_x + 0,1$ мА
		2000 мА	0,1% от $I_x + 1$ мА
		20 А	0,4 % от $I_x + 0,02$ А
Сила переменного тока частотой от 20 Гц до 1кГц	от 2×10^{-1} до 2×10^4 мА	2 мА	0,5 % от $I_x + 1$ мкА
		20 мА	0,5 % от $I_x + 5$ мкА
		200 мА	0,3 % от $I_x + 0,1$ мА
		2000 мА	0,3% от $I_x + 1$ мА
		20 А	1 % от $I_x + 0,2$ А
Сила переменного тока частотой от 1 до 10 кГц	от 2×10^{-1} до 2×10^3 мА	2 мА	2 % от $I_x + 0,01$ мА
		20 мА	0,5 % от $I_x + 0,01$ мА
		200 мА	0,5 % от $I_x + 0,1$ мА
		2000 мА	0,5 % от $I_x + 1$ мА
Частота переменного тока напряжением от 0,5 до 5 В	от 1 до 2×10^6 Гц	20 Гц	0,05 %
		200 Гц	0,05 %
		2 кГц	0,05 %
		20 кГц	0,05 %
		200 кГц	0,05 %
		2 МГц	0,05 %
Ёмкость	от 10^{-5} до 2×10^2 мкФ	200 пФ	2 % от $C_x + 3$ пФ
		2000 пФ	2 % от $C_x + 30$ пФ
		20000 пФ	2 % от $C_x + 300$ пФ
		0,2 мкФ	2 % от $C_x + 0,003$ мкФ
		2 мкФ	2 % от $C_x + 0,03$ мкФ
		20 мкФ	2 % от $C_x + 0,3$ мкФ
		200 мкФ	2 % от $C_x + 3$ мкФ
Индуктивность	от 10^{-1} до 2×10^5 мкГн	2 мГн	3 % от $L_x + 0,02$ мГн
		20 мГн	3 % от $L_x + 0,2$ мГн
		200 мГн	3 % от $L_x + 2$ мГн
Тест р-п перехода	от 0 до 1 В		1%
<p>Примечания</p> <p>1 Погрешности измерения напряжения и силы переменного тока указаны для сигнала синусоидальной формы.</p> <p>2 Величина постоянной составляющей напряжения при измерении напряжения переменного тока должна быть не более 500 В.</p>			

2. Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения напряжения сигналов несинусоидальной формы частотой до 100 кГц:
при значении коэффициента амплитуды от 3 до 4 - не более предела основной погрешности измерения напряжения переменного тока;
при значении коэффициента амплитуды более 4 - не нормируются;
при значении коэффициента амплитуды менее 3 - отсутствует.
3. Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения при изменении температуры окружающего воздуха от нормальных условий до предельных значений в рабочем диапазоне температур - не более половины предела допускаемой основной погрешности на каждые 10 °С изменения температуры.
4. Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений в условиях повышенной влажности, инея, росы - не более предела допускаемой основной погрешности.
- При воздействии инея, росы, повышенной влажности диапазон измеряемых напряжений ограничивается значением 20 В, а погрешность измерения сопротивлений постоянному току на пределах 200 кОм и 2 МОм не гарантируется.
5. Входное активное сопротивление мультиметра:
на пределах 200 мВ и 2 В в режиме измерения напряжения постоянного тока, МОм, не менее 100;
на пределах 20, 200 и 1000 В в режиме измерения напряжения постоянного тока и на всех пределах в режиме измерения напряжения переменного тока, МОм, не менее 0,85.
6. Входное сопротивление мультиметра в режиме измерения частоты: кОм, не менее 25.
7. Входная ёмкость мультиметра при измерении напряжения переменного тока, пФ, не более 50.
8. Значение падения напряжения на входных гнездах мультиметра при измерении силы постоянного и переменного токов синусоидальной формы:
на пределах 2 мА, 2000 мА, В, не более 0,3;
на пределах 20 мА, В, не более 3;
на пределах 200 мкА, 200 мА, 20 А, мВ, не более 30.
9. Максимальное падение напряжения на измеряемом сопротивлении, В, не более 3.
10. Мультиметр выдерживает в течение 1 мин. перегрузку напряжением и силой постоянного и переменного тока (частотой 50 Гц), в соответствии с указанными в таблице 3 значениями.

Таблица 3 - Значения допускаемых перегрузок

Режим измерения	Предел измерения	Перегрузка (напряжение, сила тока)	
		Постоянный ток	Переменный ток (RMS)
Измерение напряжения постоянного тока	200 мВ, 2, 20, 200, 1000 В	1200 В	900 В
Измерение напряжения переменного тока	200 мВ, 2, 20, 200, 750 В	1200 В	900 В
Измерение сопротивления постоянному току	200 Ом, 2, 20, 200 кОм, 2 МОм	100 В	100 В
Измерение силы постоянного тока	200 мкА, 2, 20, 200, 2000 мА	3000 мА	3000 мА
	20 А	30 А	30 А
Измерение силы переменного тока	2, 20, 200 мА, 2000 мА	3 А	3 А
	20 А	30 А	30 А
Измерение частоты	20, 200 Гц, 2, 20, 200 кГц, 2 МГц	25 В	25 В
Примечание - В режимах измерения емкости и индуктивности прибор не защищен от перегрузок			

11. Мультиметр обеспечивает ослабление внешних помех частотой ($50 \pm 2,5$ Гц) при измерении напряжения постоянного тока:

- нормального вида при уровне помехи, не превышающем предела измерения и не более 100 В, дБ, не менее 50 ;
- общего вида при несимметрии входа до 1 кОм и при напряжении помехи не более 500 В, дБ, не менее 80 .

12. Мультиметр обеспечивает выполнение следующих программных функций:

- установка с помощью клавиатуры режимов и параметров;
- визуальную индикацию значения измеряемого параметра, полярности, размерности показаний, состояния прибора, отказов и ошибок;
- автоматический выбор пределов измерений;
- вычисление абсолютного и относительного отклонения показаний;
- цифровую калибровку шкалы, коррекцию смещения измерительного тракта и начального значения внешней измерительной цепи;
- удержание на дисплее минимального, максимального или текущего значения.
- возможность беспроводной связи с персональным компьютером по радиоканалу стандарта IEEE 802.15.4 для передачи результатов измерения и дистанционного управления мультиметром (модификация В7-86/2).

13. Мультиметр имеет возможность заряда аккумуляторной батареи без её извлечения из корпуса (модификации В7-86/1 и В7-86/2).

14. Время измерения мультиметра составляет:
- при измерении напряжения и силы постоянного тока, сопротивления постоянному току, с, не более 0,3;
 - при измерении напряжения и силы переменного тока, частоты, индуктивности, емкости менее 2 мкФ, с, не более 1;
 - при измерении емкости свыше 2 мкФ, с, не более 5.
15. Время установления рабочего режима, минут, не более 1.
16. Время непрерывной работы в рабочих условиях применения, ч, не менее 48.
17. Диапазон напряжения питания мультиметра, при сохранении технических характеристик, В от 2 до 4.
18. Сила тока, потребляемого от батареи, мА, не более 50.
19. Диапазон рабочих температур окружающей среды мультиметра, °С от минус 10 до плюс 50.
20. Диапазон предельных температур при хранении и транспортировке мультиметра, °С от минус 40 до плюс 65.
21. Мультиметры устойчивы к воздействию следующих механических факторов:
- синусоидальная вибрация в диапазоне частот от 5 до 80 Гц;
 - механические удары многократного действия;
 - песок и пыль.
22. Конструкция мультиметра обеспечивает его герметичность при погружении в воду на глубину 1 м на время не менее 1 ч.
23. Средняя наработка на отказ (T_0) мультиметра составляет не менее 15000 часов.
24. Гамма-процентный ресурс ($T_{p\gamma}$) мультиметра составляет не менее 15000 часов при доверительной вероятности (γ), равной 95 %.
25. Гамма-процентный срок службы ($T_{сл.\gamma}$) мультиметра составляет не менее 15 лет при доверительной вероятности (γ), равной 95 %.
26. Гамма-процентный срок сохраняемости ($T_{ст.\gamma}$) мультиметра составляет не менее 12 лет при хранении в отапливаемых помещениях и не менее 6 лет при хранении в не отапливаемых помещениях, при доверительной вероятности (γ), равной 95 %.
27. Среднее время восстановления работоспособного состояния мультиметра (T_B) составляет не более 90 минут.
28. Вероятность отсутствия скрытых отказов ($P(t)$) прибора за интервал между поверками (t), равный 12 месяцам, при среднем коэффициенте использования $K_i = 0,6$ составляет не менее 0,95.
29. Габаритные размеры мультиметра (длина x ширина x высота), мм, не более 78 x 160 x 36,5
30. Масса:
- мультиметра, с элементами питания, кг, не более 0,6;
 - мультиметра в потребительской таре, кг, не более 2,5;
 - мультиметра в транспортной таре, кг, не более 10.

Знак утверждения типа

наносят на лицевую панель мультиметра методом офсетной печати, на титульный лист руководства по эксплуатации и формуляра – типографским способом.

Комплектность средства измерений

Комплектность мультиметра указана в таблице 3

Таблица 3 – Комплект поставки мультиметра

Обозначение	Наименование, тип	Количество			Примечание
		В7-86	В7-86/1	В7-86/2	
ИСМК.411257.002	Мультиметр В7-86	1			
ИСМК.411257.002-01	Мультиметр В7-86/1		1		
ИСМК.411257.002-02	Мультиметр В7-86/2			1	
Запасные части и принадлежности (ЗИП)					
Хв4.853.172	Кабель	1	1	1	Чёрный*
Хв4.853.172-01	Кабель	1	1	1	Красный*
ОЮ0.481.005 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 3,15 А 250 В	1	1	1	
Хв4.266.005	Щуп игольчатый	2	2	2	
ИСМК.323361.001	Футляр**	1	1	1	
	Элемент питания типа АА 1,5 В ***	2			
	Аккумулятор типа АА 1,2 В ***		2	2	
ИСМК.436231.002	Источник питания		1	1	Для зарядки АКБ
ИСМК.464421.001	USB приемо-передатчик			1	Интерфейс IEEE 802.15.4
ИСМК.467371.002	Носитель данных CD			1	Программа v7- 86.exe

Эксплуатационная документация					
ИСМК.411257.001 РЭ	Мультиметры В7-86, В7-86/1, В7-86/2. Руководство по экс- плуатации	1	1	1	
ИСМК.411257.001 ФО	Мультиметры В7-86, В7-86/1, В7-86/2. Формуляр	1	1	1	
<p>* Цвет корпуса контактов</p> <p>** Для приборов с приёмкой ПЗ</p> <p>*** Необходимость поставки определяется при заказе</p>					

Поверка

осуществляется по методике, изложенной в разделе 12 «Методика поверки» ИСМК.411257.001 РЭ «Мультиметры В7-86, В7-86/1, В7-86/2. Руководство по эксплуатации», утвержденной ГЦИ СИ ФБУ «Краснодарский ЦСМ» 21.01.2013г.

Основные средства поверки:

- калибратор универсальный Н4-7, диапазон воспроизведения напряжений постоянного тока от 0,0001 до 1000 В с погрешностью $\pm (0,015 - 0,1) \%$, диапазон воспроизведения напряжений переменного тока от 0,001 до 700 В в полосе частот от 0,01 до 100 кГц с погрешностью $\pm (0,05 - 0,3) \%$, диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0,001 до 20 А с погрешностью $\pm (0,07 - 0,2) \%$, диапазон воспроизведения силы переменного тока от 0,001 до 20 А в полосе частот от 0,01 до 10 кГц с погрешностью $\pm (0,1 - 0,3) \%$, диапазон воспроизведения сопротивлений постоянному току от 100 Ом до 1 МОм с погрешностью $\pm (0,03 - 0,2) \%$;
- генератор сигналов Г4-219, диапазон частот от 100 кГц до 100 МГц, уровень выходного напряжения 1,0 В, погрешность установки частоты 0,001 %;
- меры ёмкости образцовые Р597, значения воспроизводимой емкости 1000 пФ, 1 мкФ с погрешностью $\pm (0,5 - 1) \%$;
- меры индуктивности и добротности Р593, значения воспроизводимой индуктивности 100 мкГн, 10 мГн с погрешностью $\pm 2 \%$;
- мера электрического сопротивления постоянного тока многозначная типа Р3026, диапазон воспроизводимых сопротивлений от 0,01 Ом до 111111,1 Ом, класс точности 0,005;
- магазин сопротивлений Р40108, диапазон воспроизводимых сопротивлений от 100 кОм до 100 МОм с погрешностью $\pm (0,05 - 5) \%$.

Сведения о методиках (методах) измерений

Методика измерений напряжения и силы постоянного и переменного токов, сопротивления постоянному току, частоты электрических сигналов, электрической ёмкости и индуктивности описана в разделе 10.3 «Проведение измерений» документа ИСМК.411257.001 РЭ «Мультиметры В7-86, В7-86/1, В7-86/2. Руководство по эксплуатации»

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к мультиметрам В7-86, В7-86/1, В7-86/2

1. ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия»
4. ГОСТ 8.022-91 «ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне $1 \cdot 10^{-16} \dots 30 \text{А}$ »
5. ГОСТ 8.027-89 «ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений электродвижущей силы и постоянного напряжения»
6. ГОСТ 8.028-86 «ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений электрического сопротивления»
7. ГОСТ 8.129-99 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений времени и частоты»
9. МИ 1935-88 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений элек-

трического напряжения до 1000 В в диапазоне частот $1 \cdot 10^{-2} \dots 3 \cdot 10^9$ Гц»

10. ИСМК.411257.001 ТУ «Мультиметры В7-86, В7-86/1, В7-86/2. Технические условия»

11. ИСМК.411257.001 РЭ «Мультиметры В7-86, В7-86/1, В7-86/2. Руководство по эксплуатации», раздел 12 «Методика поверки», утвержденный ГЦИ СИ ФБУ «Краснодарский ЦСМ» 21.01.2013г.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Для применения вне сфер государственного регулирования

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «РИП-Импульс» (ООО «РИП-Импульс») Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Московская, 5. Тел.: (861) 252-32-12, факс 252-11-31.

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений ФБУ «Краснодарский ЦСМ» Регистрационный номер № 30021-10, по Государственному реестру. Россия, 350040, г. Краснодар, ул. Айвазовского, д. 104а. Тел.: (861)233-76-50, факс 233-85-86.

Заместитель

Руководителя Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п.

«_____» _____ 2013 г.