

ВОЛЬТМЕТР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ GDM-8245 GDM-8246

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



1.	ВВЕДЕНИЕ.....	3
1.1.	Распаковка прибора.....	3
1.2.	Термины и условные обозначения по технике безопасности	3
2.	НАЗНАЧЕНИЕ	3
3.	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	5
3.1.	Общие сведения.....	5
3.2.	Технические характеристики.....	5
3.3.	Общие тех. характеристики и данные.....	10
4.	СОСТАВ КОМПЛЕКТА ПРИБОРА.....	11
5.	ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ.....	12
5.1.	Назначение органов управления и индикации передней панели GDM-8245.....	12
5.2.	Назначение органов управления и индикации задней панели GDM-8245.....	12
5.3.	Назначение органов управления и индикации передней панели GDM-8246.....	13
5.4.	Назначение органов управления и индикации задней панели GDM-8245.....	14
5.5.	Кнопки двойного назначения	14
5.6.	Органы индикации	14
6.	УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ.....	14
6.1.	Общие требования по технике безопасности	14
7.	ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ	15
7.1.	Распаковка вольметра.....	15
7.2.	Установка напряжения питающей сети	15
7.3.	Установка оборудования перед эксплуатацией.....	15
7.4.	Защита измерительных входов от перегрузок	15
8.	ПОРЯДОК РАБОТЫ	16
8.1.	Общие сведения из теории измерений.....	16
8.2.	Измерение напряжения	21
8.3.	Измерение тока	21
8.4.	Измерение сопротивления, емкости, прозвонка целостности цепи.....	22
8.5.	Измерение емкости.....	22
8.6.	Испытание р-п перехода.....	22
8.7.	Измерение относительного уровня по мощности дБм (для GDM-8245).....	22
8.8.	Измерение относительного уровня по мощности дБм (для GDM-8246).....	22
8.9.	Измерение частоты	22
8.10.	Измерение полного сигнала.....	22
8.11.	Измерение max/min значений	23
8.12.	-измерения.....	23
8.13.	Удержание показаний	23
8.14.	Автоматическое удержание показаний (только для GDM-8246).....	23
8.15.	Режим допускового контроля (только для GDM-8246)	23
8.16.	Измерение уровня пульсаций (только для GDM-8246)	23
9.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСОВ RS-232 И GPIB (ТОЛЬКО ДЛЯ GDM-8246).....	24
9.1.	Введение.....	24
9.2.	Выбор и установка интерфейса	24
9.3.	Установка связи с прибором посредством GPIB интерфейса	24
9.4.	Установка связи с прибором посредством RS-232 интерфейса	25
9.5.	Входящий и исходящий запросы	25
9.6.	Команды и синтаксис	26
10.	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ.....	30
9.7.	Замена предохранителя в цепи 220 В.....	30
9.8.	Замена предохранителя в измерительной цепи	30
9.9.	Установка напряжения питания	30
9.10.	Уход за поверхностью вольметра	30
10.	ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ	30
10.1.	Кратковременное хранение.....	30
10.2.	Длительное хранение	30
11.	ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ	31
11.1.	Тара, упаковка и маркировка упаковки	31
11.2.	Условия транспортирования.....	31
12.	ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	31
12.1.	Срок службы	31

Перевод с оригинального описания

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Распаковка прибора

Прибор отправляется потребителю заводом после того, как полностью подготовлен, проверен и укомплектован.

После его получения немедленно распакуйте и осмотрите прибор на предмет повреждений, которые могли возникнуть во время транспортировки. Проверьте комплектность прибора в соответствии с данными раздела 4 настоящей инструкции. Если обнаружен какой-либо дефект, неисправность или некомплект, немедленно поставьте в известность дилера.

1.2. Термины и условные обозначения по технике безопасности

Перед началом эксплуатации прибора внимательно ознакомьтесь с настоящей инструкцией. Используйте измеритель только для целей указанных в настоящем руководстве, в противном случае возможно повреждение измерителя.

В инструкции используются следующие предупредительные символы:



WARNING (ВНИМАНИЕ). Указание на состояние прибора, при котором возможно поражение электрическим током.



CAUTION (ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ). Указание на состояние прибора, следствием которого может стать его неисправность.

На панелях прибора используются следующие предупредительные и информационные символы:



DANGER ОПАСНО – высокое напряжение



ATTENTION ВНИМАНИЕ – смотри Инструкцию



Зажим защитного заземления



Корпус прибора



Двойная изоляция

ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ И ПОРЧИ ПРИБОРА ОБЯЗАТЕЛЬНО ОЗНАКОМЬТЕСЬ С УКАЗАНИЯМИ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ, ИЗЛОЖЕННЫМИ В РАЗДЕЛЕ 6.1.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Заземление прибора производится путем подключения 3-х контактной евровилки к сети питания имеющей заземление. При необходимости заземлите корпус вольтметра отдельным проводником перед подключением к источнику питания.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Вольтметры универсальные цифровые (в дальнейшем вольтметры) GDM-8245, GDM-8246 предназначены для измерения постоянного и переменного напряжения, силы постоянного и переменного тока, сопротивления постоянному току, емкости, частоты, испытания р-п переходов полупроводниковых приборов, прозвона цепей. Вольтметры обеспечивают измерение среднеквадратического значения переменного напряжения и тока произвольной формы (True RMS), измерение переменного напряжения и тока со смещением (True RMS AC+DC).

Вольтметры имеют две цифровых шкалы, позволяющих одновременно отображать:

- уровень переменного напряжения и частоту;
- уровень напряжения (постоянное и переменное) в абсолютных (В) и относительных (дБм) единицах;
- уровень постоянного напряжения и уровень пульсаций (только GDM-8246).

Вольтметры обеспечивают регистрацию максимальных и минимальных значений, Δ-измерения, удержание показаний. Вольтметр GDM-8246 дополнительно обеспечивает автоудержание показаний, допусковый контроль (компарирование) при измерении постоянного и переменного напряжения и тока, сопротивления и емкости.

Вольтметр GDM-8246 обеспечивает связь с внешними устройствами через интерфейсы RS-232 (стандартная комплектация), GPIB (опция).

Функциональные особенности вольтметров:

- максимально индицируемое число на основной шкале составляет 50000;
- базовая погрешность (при измерении постоянного напряжения) составляет $\pm 0,02 \%$ (GDM-8246), $\pm 0,03 \%$ (GDM-8245),
- автоматический и ручной выбор диапазона измерения;
- измерение тока до 20 А,
- измерение напряжения до 1000 В,
- выбор опорного сопротивления при измерениях в дБм (только GDM-8246);
- верхняя граница рабочей полосы частот 100 кГц (GDM-8246), 50 кГц (GDM-8245);
- сохранение параметров профиля после выключения питания (только GDM-8246);

- обеспечение интерфейсных функций по стандартам RS-232, GPIB (только GDM-8246).

2.2. Вольтметры могут применяться для контроля и измерения электрических параметров при производстве и ремонте радиоэлектронной аппаратуры и электрорадиоэлементов, при научных и экспериментальных исследованиях в лабораторных и цеховых условиях.

2.3. Вольтметры предназначены для работы от сети переменного напряжения

- GDM-8246: (100 ± 10) В, (120 ± 12) В, (220 ± 22) В, (230 ± 23) В;
- GDM-8245: (115 ± 17) В, (230 ± 35) В;

частотой $(50 \pm 0,5)$ Гц, $(60 \pm 0,5)$ Гц, с содержанием гармоник до 5 %.

Содержание данного **Руководства по эксплуатации** не может быть воспроизведено в какой-либо форме (копирование, воспроизведение и др.) в любом случае без предшествующего разрешения компании изготовителя или официального дилера.

Внимание:



1. Все изделия запатентованы, их торговые марки и знаки зарегистрированы. Изготовитель оставляет за собой право без дополнительного уведомления изменить спецификации изделия и конструкцию (внести не принципиальные изменения, не влияющие на его технические характеристики). При небольшом количестве таких изменений, коррекция эксплуатационных документов не проводится.

2. В соответствии с ГК РФ (ч.IV, статья 1227, п. 2): «Переход права собственности на вещь не влечет переход или предоставление интеллектуальных прав на результат интеллектуальной деятельности», соответственно приобретение данного средства измерения не означает приобретение прав на его конструкцию, отдельные части, программное обеспечение, руководство по эксплуатации и т.д. Полное или частичное копирование, опубликование и тиражирование руководства по эксплуатации запрещено.



Изготовитель оставляет за собой право вносить в схему и конструкцию прибора не принципиальные изменения, не влияющие на его технические данные. При небольшом количестве таких изменений, коррекция эксплуатационных документов не проводится.

Информация об утверждении типа СИ:

Вольтметр универсальный цифровой **GDM-8245/8246:**

Номер в Государственном реестре средств измерений: 34295-07

Номер свидетельства об утверждении типа: 27244

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. Общие сведения

Таблица 3.1

Наименование параметра	GDM-8245	GDM-8246
Разрядность основной шкалы измерения	5 разрядов	5 разрядов
Разрядность дополнительной шкалы измерения	4 разряда	4 разряда
Максимально индицируемое число (основная шкала)	50000	50000
Максимально индицируемое число (дополнительная шкала)	9999	9999
Максимальное напряжение между входом COM (нулевой) и корпусом прибора	Постоянное: 500 В Переменное: 500 В пик.	Постоянное: 500 В Переменное: 500 В пик.
Индикация полярности измеряемого сигнала	Автоматическая	Автоматическая
Индикация перегрузки	Надпись "OL"	Надпись "OL"
Напряжение питания	115/230 В $\pm$ 15 %; 50/60 Гц	100/120/220/230 В $\pm$ 10 %; 50/60 Гц
Потребляемая мощность	8,0 В*А; 6,0 Вт	12,5 В*А; 10,5 Вт
Время установления рабочего режима	0,5 ч	0,5 ч
Условия эксплуатации	- температура окружающей среды 0 °С...50 °С, - относительная влажность не более 80 % (до 35 °С), 50 % (35...50 °С)	
Условия хранения	- температура окружающей среды минус 10 °С...70 °С, - относительная влажность не более 70 %	
Габаритные размеры (Ш×В×Г), мм	251 x 91 x 291	
Масса, кг	2,6	

3.2. Технические характеристики

3.2.1. Погрешность измерения

1. В таблицах данного раздела указаны выражения для определения пределов допускаемой основной абсолютной погрешности. Например, $\Delta = \pm (0,005 \cdot X + 2 \cdot k)$, где X – измеренное значение, k – значение единицы младшего разряда на данном пределе измерения.

Пример 1:

При измерении постоянного напряжения вольтметром GDM-8245 на пределе 500 мВ получено значение 10 мВ. Определить действительное значение измеренного напряжения и относительную погрешность измерения.

1) Используя данные табл. 3.2-1, вычисляем абсолютную погрешность: $\Delta = \pm (0,0003 \cdot X + 4 \cdot k)$.

В данном случае измеренное значение $X = 10$ мВ; $k = 10$ мкВ = 0,01 мВ. Тогда: $\Delta = \pm (0,0003 \cdot 10 + 4 \cdot 0,01) = \pm 0,04$ мВ.

2) Действительное значение измеренного напряжения будет находиться в диапазоне: $10,00 \pm 0,04 = 9,96 \dots 10,04$ мВ.

3) Относительная погрешность измерения составляет: $\delta = \pm (\Delta/X) \cdot 100 \% = \pm (0,04/10) \cdot 100 \% = \pm 0,4 \%$.

Пример 2:

При измерении постоянного напряжения вольтметром GDM-8245 на пределе 500 мВ получено значение 450 мВ. Определить действительное значение измеренного напряжения и относительную погрешность измерения.

1) Используя данные табл. 3.2-1, вычисляем абсолютную погрешность.

В данном случае $X = 450$ мВ; $k = 10$ мкВ = 0,01 мВ. Тогда: $\Delta = \pm (0,0003 \cdot 450 + 4 \cdot 0,01) = \pm 0,18$ мВ.

2) Действительное значение измеренного напряжения будет находиться в диапазоне: $450,00 \pm 0,18 = 449,82 \dots 450,18$ мВ.

3) Относительная погрешность измерения составляет: $\delta = \pm (\Delta/X) \cdot 100 \% = \pm (0,18/450) \cdot 100 \% = \pm 0,04 \%$.

2. Предел допускаемой основной погрешности нормируется при нормальных условиях эксплуатации:

температура окружающей среды $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$,

относительная влажность $(60 \pm 20) \%$,

атмосферное давление (750 ± 30) мм рт. ст.

3. Погрешность измерения переменного напряжения и тока вольтметра GDM-8246 нормируется при значении коэффициента заполнения импульсной последовательности 50 %.

4. Погрешность измерения нормируется при длительности цикла калибровки 1 год.

3.2.2. Режим измерения напряжения (основная шкала)

А. Измерение постоянного напряжения:

Таблица 3.2-1

Предел ¹	Разрешение ²	GDM-8245	GDM-8246	Защита измерительного входа
500 мВ	10 мкВ	$\pm (0,0003 \cdot X + 4 \cdot k)^3$	$\pm (0,0002 \cdot X + 4 \cdot k)$	= 450 В; ~ 450 В пик. непрерывно
5 В	100 мкВ		$\pm (0,0002 \cdot X + 2 \cdot k)$	= 1000 В; ~ 1000 В пик. непрерывно
50 В	1 мВ			
500 В	10 мВ			
1000 В	100 мВ	$\pm (0,0003 \cdot X + 9 \cdot k)$		

Входной импеданс: 10 МОм; на всех пределах.

Коэффициент подавления помех нормального вида частотой 50 Гц, 60 Гц – не менее 60 дБ.

Коэффициент подавления помех общего вида частотой 50 Гц, 60 Гц – не менее 90 дБ.

Максимальное напряжение между входом COM (общий) и корпусом прибора: постоянное 500 В; переменное 500 В пик. значения.

В. Измерение переменного напряжения:

Таблица 3.2-2

Предел Полоса частот	Разрешение	GDM-8245	Защита измерительного входа
500 мВ	10 мкВ		= 450 В; ~ 450 В пик. непрерывно
20...45 Гц		$\pm (0,01 \cdot X + 15 \cdot k)$	
45 Гц...1 кГц		$\pm (0,005 \cdot X + 15 \cdot k)$	
1...2 кГц		$\pm (0,005 \cdot X + 15 \cdot k)$	
2...10 кГц		$\pm (0,01 \cdot X + 15 \cdot k)$	
10...20 кГц		$\pm (0,02 \cdot X + 30 \cdot k)$	
20...50 кГц		$\pm (0,05 \cdot X + 30 \cdot k)$	
5 В	100 мкВ		~ 1000 В ср. кв. непрерывно
20...45 Гц		$\pm (0,01 \cdot X + 15 \cdot k)$	
45 Гц...1 кГц		$\pm (0,005 \cdot X + 15 \cdot k)$	
1...2 кГц		$\pm (0,005 \cdot X + 15 \cdot k)$	
2...10 кГц		$\pm (0,01 \cdot X + 15 \cdot k)$	
10...20 кГц		$\pm (0,02 \cdot X + 30 \cdot k)$	
20...50 кГц		$\pm (0,05 \cdot X + 30 \cdot k)$	
50 В	1 мВ		
20...45 Гц		$\pm (0,01 \cdot X + 15 \cdot k)$	
45 Гц...1 кГц		$\pm (0,005 \cdot X + 15 \cdot k)$	
1...2 кГц		$\pm (0,005 \cdot X + 15 \cdot k)$	
2...10 кГц		$\pm (0,01 \cdot X + 15 \cdot k)$	
10...20 кГц		$\pm (0,02 \cdot X + 30 \cdot k)$	
20...50 кГц		$\pm (0,05 \cdot X + 30 \cdot k)$	
500 В	10 мВ		
20...45 Гц		$\pm (0,01 \cdot X + 15 \cdot k)$	
45 Гц...1 кГц		$\pm (0,005 \cdot X + 15 \cdot k)$	
1...50 кГц		Не нормируется	
1000 В	100 мВ		
20...45 Гц		$\pm (0,01 \cdot X + 15 \cdot k)$	
45 Гц...1 кГц		$\pm (0,005 \cdot X + 15 \cdot k)$	
1...50 кГц		Не нормируется	

Входной импеданс: 10 МОм; не более 100 пФ; на всех пределах.

Измеряется среднеквадратическое значение напряжения произвольной формы (True RMS). Максимальное значение коэффициента амплитуды 3,0 во всем диапазоне измерения.

Основная погрешность нормируется для значений, превышающих 2 % от установленного предела измерения.

Таблица 3.2-3

Предел Полоса частот	Разрешение	GDM-8246	Защита измерительного входа
500 мВ	10 мкВ		= 450 В; ~ 450 В пик. непрерывно
20...50 Гц		$\pm (0,01 \cdot X + 10 \cdot k)$	

¹ Конечное значение диапазона измерений.

² Значение единицы младшего разряда на соответствующем пределе измерения.

³ Где: X – измеренное значение, k – разрешение.

50 Гц...2 кГц		$\pm (0,003 \cdot X + 30 \cdot k)$	
2...10 кГц		$\pm (0,004 \cdot X + 50 \cdot k)$	
10...20 кГц		$\pm (0,005 \cdot X + 50 \cdot k)$	
20...50 кГц		$\pm (0,02 \cdot X + 20 \cdot k)$	
50...100 кГц		$\pm (0,05 \cdot X + 50 \cdot k)$	
5 В			~ 1000 В ср. кв. непрерывно
20...50 Гц		$\pm (0,01 \cdot X + 10 \cdot k)$	
50 Гц...2 кГц		$\pm (0,003 \cdot X + 30 \cdot k)$	
2...10 кГц		$\pm (0,004 \cdot X + 50 \cdot k)$	
10...20 кГц		$\pm (0,005 \cdot X + 50 \cdot k)$	
20...50 кГц	100 мкВ	$\pm (0,02 \cdot X + 20 \cdot k)$	
50...100 кГц		$\pm (0,05 \cdot X + 50 \cdot k)$	
50 В			
20...50 Гц		$\pm (0,01 \cdot X + 10 \cdot k)$	
50 Гц...2 кГц		$\pm (0,003 \cdot X + 30 \cdot k)$	
2...10 кГц	1 мВ	$\pm (0,004 \cdot X + 50 \cdot k)$	
10...20 кГц		$\pm (0,005 \cdot X + 50 \cdot k)$	
20...50 кГц		$\pm (0,02 \cdot X + 20 \cdot k)$	
50...100 кГц		$\pm (0,05 \cdot X + 50 \cdot k)$	
500 В			
20...50 Гц	10 мВ	$\pm (0,01 \cdot X + 10 \cdot k)$	
50 Гц...2 кГц		$\pm (0,003 \cdot X + 30 \cdot k)$	
2...10 кГц		$\pm (0,004 \cdot X + 50 \cdot k)$	
10...20 кГц		$\pm (0,005 \cdot X + 50 \cdot k)$	
1000 В	100 мВ		~ 1000 В ср. кв. непрерывно
20...50 Гц		$\pm (0,01 \cdot X + 10 \cdot k)$	
50 Гц...2 кГц		$\pm (0,003 \cdot X + 30 \cdot k)$	
2...10 кГц		$\pm (0,004 \cdot X + 50 \cdot k)$	

Входной импеданс: 10 МОм; не более 100 пФ; на всех пределах.

Измеряется среднеквадратическое значение напряжения произвольной формы (True RMS). Максимальное значение коэффициента амплитуды 3,0 во всем диапазоне измерения.

Основная погрешность нормируется для значений, превышающих 2 % от установленного предела измерения.

С. Измерение напряжения со смещением:

Характеристики аналогичны режиму измерения переменного напряжения.

Дополнительная погрешность GDM-8246 составляет 50 единиц младшего разряда.

3.2.3. Режим измерения напряжения (дополнительная шкала)

А. Измерение частоты:

Одновременно с уровнем на дополнительной шкале можно отображать частоту переменного напряжения.

ЗАМЕЧАНИЕ: В режиме измерения напряжения со смещением (AC+DC), одновременное измерение уровня и частоты невозможно.

Таблица 3.3-1

Предел	Диапазон частот	Чувствительность (синусоидальный сигнал)	GDM-8245	Защита измерительного входа
500 мВ	10 Гц...50 кГц	120 мВ	$\pm (0,0005 \cdot X + 1 \cdot k)$	~ 450 В пик. непрерывно
	50...150 кГц	200 мВ		~ 500 В пик. непрерывно
5 В	10 Гц...200 кГц	1,2 В		
50 В	20 Гц...200 кГц			
500 В	20 Гц...1 кГц	12 В		

Таблица 3.3-2

Предел	Диапазон частот	Чувствительность (синусоидальный сигнал)	GDM-8246	Защита измерительного входа
500 мВ	10 Гц...50 кГц	200 мВ	$\pm (0,0005 \cdot X + 1 \cdot k)$	~ 450 В пик. непрерывно
	50...150 кГц			~ 500 В пик.

5 В	10 Гц...200 кГц	1,2 В		непрерывно
50 В	20 Гц...200 кГц			
500 В	20 Гц...20 кГц	12 В		

В. Измерение уровня пульсаций (только GDM-8246):

При измерении постоянного напряжения на пределах 5/50/500 В дополнительную шкалу можно использовать для отображения уровня переменной составляющей (пульсации).

Таблица 3.3-3

Предел Полоса частот	Разрешение	Погрешность	Защита измерительного входа
500 мВ	10 мкВ		= 450 В; ~ 450 В пик. непрерывно
20...50 Гц		$\pm (0,01 \cdot X + 10 \cdot k)$	
50 Гц...2 кГц		$\pm (0,003 \cdot X + 30 \cdot k)$	
2...10 кГц		$\pm (0,004 \cdot X + 50 \cdot k)$	
10...20 кГц		$\pm (0,005 \cdot X + 50 \cdot k)$	
20...50 кГц		$\pm (0,02 \cdot X + 20 \cdot k)$	
50...100 кГц		$\pm (0,05 \cdot X + 50 \cdot k)$	

Входной импеданс: 10 МОм; не более 100 пФ.

Максимальное значение коэффициента амплитуды 3,0 во всем диапазоне измерения.

С. Измерение напряжения в относительных единицах:

При измерении постоянного, переменного и переменного со смещением напряжения, результат измерения может быть представлен в абсолютных (основная шкала) и относительных (дополнительная шкала) единицах дБм.

В качестве опорного значения используется мощность 1 мВт, рассеиваемая на нагрузке, указанной в таблице 3.3-4.

Таблица 3.3-4

GDM-8245, Ом	GDM-8246, Ом						
600	2	16	93	125	250	600	1000
	4	50	110	135	300	800	1200
	8	75	124	150	500	900	8000

Диапазон измерения GDM-8245 относительно уровня 0,775 В (1 мВт на 600 Ом) от минус 97,7 дБм до 63,8 дБм.

3.2.4. Режим измерения тока (основная шкала)

А. Измерение постоянного тока:

Таблица 3.4-1

Предел	Разрешение	GDM-8245	GDM-8246	Макс. падение напряжения
500 мкА	0,01 мкА	$\pm (0,002 \cdot X + 2 \cdot k)$	$\pm (0,0005 \cdot X + 3 \cdot k)$	0,7 В
5 мА	0,1 мкА			
50 мА	1 мкА			0,8 В
500 мА	10 мкА			
2 А	100 мкА	$\pm (0,003 \cdot X + 2 \cdot k)$	$\pm (0,002 \cdot X + 5 \cdot k)$	0,9 В
20 А	1 мА			

Защита от перегрузки:

- на пределах 500 мкА, 5 мА, 50 мА, 500 мА, 2 А предохранителем 2 А/250 В,
- на пределе 20 А предохранителя нет, длительность подключения **не более 15 с.**

В. Измерение переменного тока:

Таблица 3.4-2

Предел / Полоса частот	Разрешение	GDM-8245	GDM-8246	Макс. падение напряжения
500 мкА	0,01 мкА			0,7 В
20...45 Гц		$\pm (0,01 \cdot X + 15 \cdot k)$		
45 Гц...2 кГц		$\pm (0,005 \cdot X + 15 \cdot k)$		
2...10 кГц		$\pm (0,01 \cdot X + 15 \cdot k)$		

10...20 кГц	0,1 мкА	$\pm (0,02 \cdot X + 15 \cdot k)$	0,7 В
5 мА			
20...45 Гц		$\pm (0,01 \cdot X + 15 \cdot k)$	
45 Гц...2 кГц		$\pm (0,005 \cdot X + 15 \cdot k)$	
2...10 кГц		$\pm (0,01 \cdot X + 15 \cdot k)$	
10...20 кГц	1 мкА	$\pm (0,02 \cdot X + 15 \cdot k)$	
50 мА			
20...45 Гц		$\pm (0,01 \cdot X + 15 \cdot k)$	
45 Гц...2 кГц		$\pm (0,005 \cdot X + 15 \cdot k)$	
2...10 кГц		$\pm (0,01 \cdot X + 15 \cdot k)$	
10...20 кГц	10 мкА	$\pm (0,02 \cdot X + 15 \cdot k)$	0,8 В
500 мА			
20...45 Гц		$\pm (0,01 \cdot X + 15 \cdot k)$	
45 Гц...2 кГц	100 мкА	$\pm (0,005 \cdot X + 15 \cdot k)$	
2 А			
20...45 Гц		$\pm (0,01 \cdot X + 15 \cdot k)$	
45 Гц...2 кГц	1 мА	$\pm (0,005 \cdot X + 15 \cdot k)$	0,9 А
20 А			
20...45 Гц		$\pm (0,01 \cdot X + 15 \cdot k)$	
45 Гц...2 кГц		$\pm (0,005 \cdot X + 15 \cdot k)$	

Защита от перегрузки:

- на пределах 500 мкА, 5 мА, 50 мА, 500 мА, 2 А предохранителем 2 А/250 В,
- на пределе 20 А предохранителя нет, длительность подключения **не более 15 с.**

Измеряется среднеквадратическое значение тока произвольной формы (True RMS). Максимальное значение коэффициента амплитуды 3,0 во всем диапазоне измерения.

Основная погрешность нормируется для значений, превышающих 2 % от установленного предела измерения.

С. Измерение тока со смещением:

Характеристики аналогичны режиму измерения переменного тока.

3.2.5. Режим измерения тока (дополнительная шкала)

А. Измерение частоты:

Одновременно с уровнем на дополнительной шкале можно отображать частоту переменного тока.

ЗАМЕЧАНИЕ: В режиме измерения тока со смещением (AC+DC), одновременное измерение уровня и частоты невозможно.

Таблица 3.5

Предел	Диапазон частот	Чувствительность (синусоидальный сигнал)	GDM-8245	GDM-8245
500 мкА	10 Гц...20 кГц	90 мкА	$\pm (0,0005 \cdot X + 1 \cdot k)$	
5 мА		0,9 мА		
50 мА		9 мА		
500 мА		90 мА		
2 А	10 Гц...2 кГц	1 А		
20 А		9 А		

3.2.6. Режим измерения электрического сопротивления

Таблица 3.6

Предел	Разрешение	GDM-8245	GDM-8246	Защита измерительного входа
500 Ом	0,01 Ом	$\pm (0,001 \cdot X + 4 \cdot k)$	$\pm (0,001 \cdot X + 2 \cdot k)$	= 450 В; ~ 450 В пик. непрерывно
5 кОм	0,1 Ом			
50 кОм	1 Ом			
500 кОм	10 Ом			
5 МОм	100 Ом	$\pm (0,002 \cdot X + 2 \cdot k)$		
20 МОм	1 кОм	$\pm (0,003 \cdot X + 2 \cdot k)$		

Максимальное значение постоянного напряжения на измеряемом сопротивлении (напряжение на открытых гнездах) не более 3,2 В на пределе 500 Ом / 5 кОм; не более 1,3 В на остальных пределах измерения.

3.2.7. Режим измерения емкости

Таблица 3.7

Предел	Разрешение	GDM-8245	GDM-8246	Защита измерительного входа
5 нФ*	0,001 нФ	$\pm (0,02 \cdot X + 10 \cdot k)$, 1...5 нФ $\pm (0,02 \cdot X + 20 \cdot k)$, 0,5...1 нФ		= 450 В; ~ 450 В пик. непрерывно
50 нФ	0,01 нФ	$\pm (0,02 \cdot X + 10 \cdot k)$, 10...50 нФ $\pm (0,02 \cdot X + 30 \cdot k)$, 5...10 нФ		
500 нФ	0,1 нФ	$\pm (0,02 \cdot X + 4 \cdot k)$		
5 мкФ	1 нФ			
50 мкФ	10 нФ			

* На пределе 5 нФ существенное влияние на точность измерения оказывает собственная емкость измерительных проводов. Для измерения малых емкостей используйте, по возможности, прямое подключение или режим Δ -измерений.

3.2.8. Режим испытания р-п переходов

В этом режиме на основной шкале отображается напряжение прямого смещения р-п перехода.

Максимальное значение постоянного напряжения прямого смещения 1,5 В.

Значение постоянного напряжения, прикладываемого к р-п переходу 2,8 В (GDM-8245), 3,1 В (GDM-8246).

Максимально допустимое напряжение на измерительном входе (непрерывно): постоянное 450 В, переменное 450 В пиковое значение.

3.2.9. Режим прозвонки целостности цепи

В этом режиме включается зуммер, когда сопротивление испытуемой цепи меньше 5 Ом.

Максимальное значение постоянного напряжения на измеряемом сопротивлении (напряжение на открытых гнездах) не более 1,3 В (GDM-8245), 3,0 В (GDM-8246).

Максимально допустимое напряжение на измерительном входе (непрерывно): постоянное 450 В, переменное 450 В пиковое значение.

3.3. Общие тех. характеристики и данные

- Вход прибора при измерении постоянного и переменного напряжения изолирован от корпуса. Максимальное напряжение между входом COM и корпусом постоянное 500 В, переменное 500 В пиковое значение.
- Основной индикатор 7-и сегментный светодиодный, максимально индицируемое число 50000.
- Дополнительный индикатор 7-и сегментный светодиодный, 4 разряда.
- Вольтметр обеспечивает свои технические характеристики в пределах норм после времени прогрева, равного 30 минутам.
- Параметры вольтметра соответствуют техническим характеристикам при питании от сети напряжением:
 - 115/230 В ± 15 % и частотой 50/60 Гц (GDM-8245);
 - 100/120/220/230 В ± 10 % и частотой 50/60 Гц (GDM-8246).
- Мощность, потребляемая прибором от сети переменного тока при номинальном напряжении, не превышает
 - 8,0 В*А; 6,0 Вт (GDM-8245);
 - 12,5 В*А; 10,5 Вт (GDM-8246).
- Прибор допускает непрерывную работу в рабочих условиях эксплуатации в течение 8 часов.
- Нормальные условия эксплуатации: температура от 0 до 50 °С, относительная влажность до 80 %.
- Рабочие условия эксплуатации: температура от 0 до 50 °С, относительная влажность до 90 % в интервале от 0 °С до 35 °С и до 50 % в интервале от 35 °С до 50 °С. При измерении сопротивления постоянному току на пределах 2 МОм и 20 МОм – относительная влажность до 80 % в интервале от 0 до 35 °С.
- Условия хранения: от минус 10 °С до 70 °С.
- Габаритные размеры (мм): 91(высота) x 251(ширина) x 291 (глубина).
- Масса (кг): приблизительно 2,6.

4. СОСТАВ КОМПЛЕКТА ПРИБОРА

Таблица 4.1

Наименование	Количество	Примечание
Вольтметр	1	
Измерительные провода	2	
Сетевой шнур	1	
Руководство по эксплуатации	1	
Руководство пользователя	1	Описание интерфейсных команд GDM-8246. Поставляется по отдельному заказу
Упаковочная коробка	1	

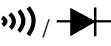
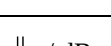
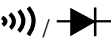
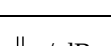
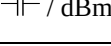
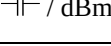
Информация для заказа (опции):

- ATL-1 – измерительные провода с твердосплавными жалами 2 мм;
- ATL-2 – измерительные провода с жалами типа «банан» 4 мм;
- TL-10S – удлинитель измерительных проводов, витой кабель растягивается до 1,5 м;
- TC-10 – комплект зажимов типа «крокодил» для проводов ATL-1;
- KS-4L – комплект зажимов типа «крокодил» для проводов ATL-2, макс. раскрыв 20 мм;
- A23C – комплект зажимов типа «крокодил» для проводов ATL-2, макс. раскрыв 30 мм, полукруглые губки;
- AS-4 – зажим типа «струбцина» для подключения к токонесущим шинам до 30 мм;
- SKP-44 – зажим типа «шприц-ножницы» для подключения к изолированным проводам;
- SKP-43 – зажим типа «шприц-крючок».

5. ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ

5.1. Назначение органов управления и индикации передней панели GDM-8245

Таблица 5.1

№	Обозначение	Назначение
1	POWER	Включение/выключение питания
2	DCV / DCmV	1. [DCV] выбор режима измерения постоянного напряжения (> 500 мВ) 2. [Shift]+[DCmV] выбор режима измерения постоянного напряжения (≤ 500 мВ)
3	DCA / DC 20A	1. [DCA] выбор режима измерения постоянного тока (≤ 2 А) 2. [Shift]+[DC 20 A] выбор режима измерения постоянного тока (> 2 А)
4	ACV / ACmV	1. [ACV] выбор режима измерения переменного напряжения (> 500 мВ) 2. [Shift]+[ACmV] выбор режима измерения переменного напряжения (≤ 500 мВ)
5	ACA / AC 20A	1. [ACA] выбор режима измерения переменного тока (≤ 2 А) 2. [Shift]+[AC 20 A] выбор режима измерения переменного тока (> 2 А)
6	Ω	Выбор режима измерения сопротивления
7	AC+DC / AC+Hz	1. [AC+DC] выбор режима измерения переменного сигнала со смещением 2. [Shift]+[AC+Hz] выбор режима измерения переменного напряжения (тока) и частоты
8	 / 	1. [] выбор режима прозвона цепи 2. [Shift]+[] выбор режима испытания p-n переходов
9	 / dBm	1. [] выбор режима измерения емкости 2. [Shift]+[dBm] выбор режима измерения относительного напряжения
10	MAX / MIN	Включение режима регистрации максимальных/минимальных значений
11	HOLD / REL	1. [HOLD] включение режима удержания показаний 2. [Shift]+[REL] включение режима Δ -измерений
12	▲	Выбор большего предела измерения в ручном режиме
13	▼	Выбор меньшего предела измерения в ручном режиме
14	AUTO / MAN	Переключение автоматический/ручной выбор предела измерения
15	SHIFT	Кнопка-префикс
16	2 A 250V	Держатель предохранителя измерительной цепи по току
17	COM, 20 A, 2 A, V- Ω	COM- V- Ω - измерение напряжения, сопротивления, емкости COM-2 A (20 A) – измерение тока до 2 А (> 2 А)
18		Основная цифровая шкала
19		Дополнительная цифровая шкала

5.2. Назначение органов управления и индикации задней панели GDM-8245

Таблица 5.2

№	Обозначение	Назначение
20	115/230V	1. Выбор номинального напряжения сети питания 2. Держатель предохранителя в цепи питания
21	AC~	Разъем для подключения шнура питания

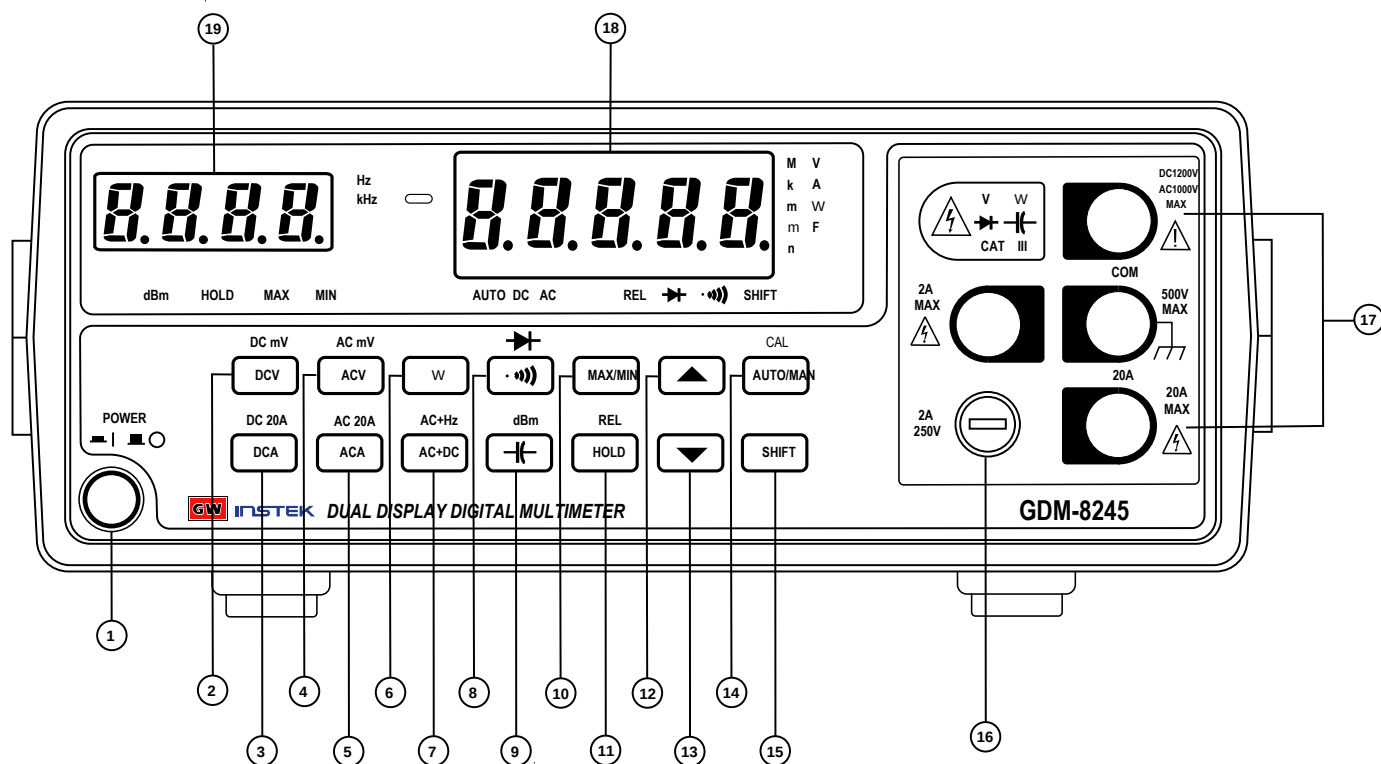


Рис. 5.1 Передняя панель GDM-8245

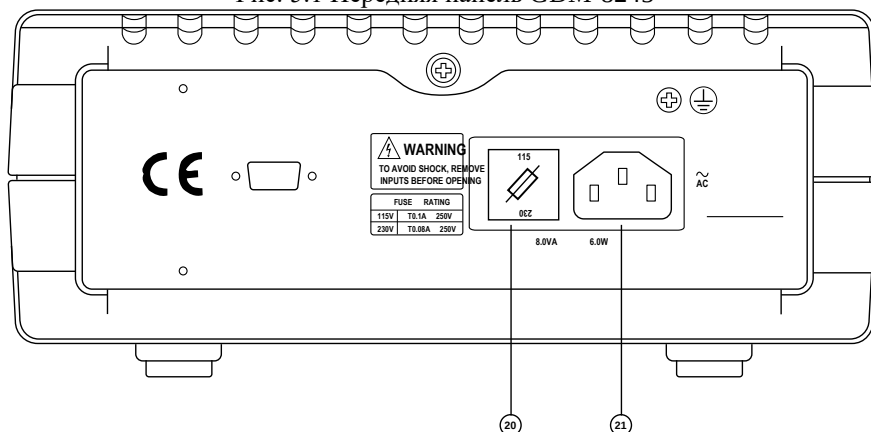


Рис. 5.2 Задняя панель GDM-8246

5.3. Назначение органов управления и индикации передней панели GDM-8246

Таблица 5.3

№	Обозначение	Назначение
1	POWER	Включение/выключение питания
2	DCV / DCmV / HI	1. [DCV] выбор режима измерения постоянного напряжения (> 500 мВ) 2. [Shift]+[DCmV] выбор режима измерения постоянного напряжения (≤ 500 мВ) 3. [Shift]+[Set]+[Hi] задание верхней границы режима компарирования
3	DCA / DC 20A	1. [DCA] выбор режима измерения постоянного тока (≤ 2 А) 2. [Shift]+[DC 20 A] выбор режима измерения постоянного тока (> 2 А)
4	ACV / ACmV / LO	1. [ACV] выбор режима измерения переменного напряжения (> 500 мВ) 2. [Shift]+[ACmV] выбор режима измерения переменного напряжения (≤ 500 мВ) 3. [Shift]+[Set]+[Lo] задание нижней границы режима компарирования
5	ACA / AC 20A	1. [ACA] выбор режима измерения переменного тока (≤ 2 А) 2. [Shift]+[AC 20 A] выбор режима измерения переменного тока (> 2 А)
6	Ω / $\rightarrow$ / REF Ω	1. [Ω] выбор режима измерения сопротивления 2. [Shift]+[$\rightarrow$] выбор режима испытания р-п переходов 3. [Shift]+[Set]+[REF Ω] задание опорного сопротивления при измерении отн. напряжения
7	AC+DC / Hz /	1. [AC+DC] выбор режима измерения переменного сигнала со смещением

	RIPPLE	2. [Shift]+[Hz] выбор режима измерения переменного напряжения (тока) и частоты 3. [Shift]+[Set]+[Ripple] выбор режима измерения постоянного напряжения и уровня пульсаций
8	») / REL / RS232	1. [»)] выбор режима прозвона цепи 2. [Shift]+[Rel] выбор режима Δ -измерений 3. [Shift]+[Set]+[RS232] выбор скорости передачи через интерфейс RS-232
9	— — / dBm	1. [— —] выбор режима измерения емкости 2. [Shift]+[dBm] выбор режима измерения относительного напряжения
10	MAX-MIN / COMP / GPIB	1. [Max-Min] включение режима регистрации максимальных/минимальных значений 2. [Shift]+[Comp] включение режима компарирования 3. [Shift]+[Set]+[GPIB] задание адреса устройства при работе в АИС
11	HOLD / AUTOHOLD	1. [HOLD] включение режима удержания показаний 2. [Shift]+[AutoHold] включение режима автоудержания показаний
12	▲	1. Выбор большего предела измерения в ручном режиме 2. Выбор параметра «вперед» в режимах: опорное сопротивление, RS-232, GPIB 3. Установка значений границ допуска в режиме компарирования
13	▼	1. Выбор меньшего предела измерения в ручном режиме 2. Выбор параметра «назад» в режимах: опорное сопротивление, RS-232, GPIB 3. Выбор разряда величины допуска в режиме компарирования
14	AUTO / MAN	Переключение автоматический/ручной выбор предела измерения
15	SHIFT	Кнопка-префикс
16	2 A 250V	Держатель предохранителя измерительной цепи по току
17	COM, 20 A, 2 A, V- Ω	COM- V- Ω - измерение напряжения, сопротивления, емкости COM-2 A (20 A) – измерение тока до 2 A (> 2 A)
18		Основная цифровая шкала
19		Дополнительная цифровая шкала

5.4. Назначение органов управления и индикации задней панели GDM-8245

Таблица 5.2

№	Обозначение	Назначение
20	115/230V	Колодка двойного назначения: 1. выбор номинального напряжения сети питания 2. держатель предохранителя в цепи питания
21	AC~	Разъем для подключения шнура питания

5.5. Кнопки двойного назначения

Часть кнопок на лицевой панели прибора имеют двойное назначение – основное и дополнительное. Основной режим указан непосредственно на кнопке, дополнительный – над кнопкой и выделен синим цветом.

Основной режим включается нажатием соответствующей кнопки. Для включения дополнительного режима необходимо сначала нажать кнопку префикса [SHIFT], при этом включается индикатор SHIFT, а затем – соответствующую кнопку.

5.6. Органы индикации

В случае перегрузки по измерительному входу на основной шкале отображается “-OL-”.

При измерении частоты в режиме измерения переменного напряжения/тока, когда входной уровень меньше порога чувствительности, на дополнительной шкале отображается “----”. Когда частота входного сигнала превысит 51 кГц – на основной шкале отображается “-----”.

6. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

К работе с прибором допускаются лица, ознакомившиеся с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации прибора, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Помните - **в приборе имеются напряжения опасные для жизни.** Перед началом эксплуатации прибора внимательно ознакомьтесь с настоящим разделом.

6.1. Общие требования по технике безопасности

Соблюдение следующих правил безопасности значительно уменьшит возможность поражения электрическим током:

1. Старайтесь не подвергать себя воздействию высокого напряжения - это опасно для жизни. Снимайте защитный кожух и экраны только по мере необходимости. Не касайтесь высоковольтных конденсаторов сразу после выключения прибора, помните, что напряжения на них сохраняется в течение 3-5 минут.
2. Постарайтесь использовать только одну руку (правую) при регулировке цепей, находящихся под напряжением. Избегайте небрежного контакта с любыми частями оборудования, потому что эти касания могут привести к поражению высоким напряжением.
3. Работайте по возможности в сухих помещениях с изолирующим покрытием пола или используйте изолирующий материал под вашим стулом и ногами. Если оборудование переносное, поместите его при обслуживании на изолированную поверхность.
4. Внимательно изучите цепи, с которыми Вы работаете, для того чтобы избежать участков с высокими напряжениями. Помните, что электрические цепи могут находиться под напряжением даже после выключения оборудования.
5. Для исключения поражения электрическим током и порчи оборудования прибор перед началом эксплуатации должен быть надежно заземлен.
6. Никогда не работайте один. Необходимо чтобы в пределах досягаемости находился персонал, который сможет оказать Вам первую помощь.

7. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

7.1. Распаковка вольтметра

Перед отправкой прибор прошел все необходимые проверки и испытания на предприятии-изготовителе. После получения прибора следует его распаковать и проверить, нет ли каких-нибудь повреждений, вызванных транспортировкой. Если обнаружатся признаки повреждения, немедленно известите об этом продавца или дилера.

7.2. Установка напряжения питающей сети

Прибор может быть подключен к сети переменного напряжения с номинальным значением, указанным в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Напряжение сети	Диапазон питающих напряжений	Тип предохранителя
115 В	98...132 В	T0,1A 250 В
230 В	196...265 В	T0,08A 250 В

Для установки требуемого предохранителя, сначала необходимо проверить значение питающего напряжения, указанное на задней стенке.

Если изменилось напряжение в сети, замените предохранители в соответствии с таблицей 6.1.



ВНИМАНИЕ! Чтобы избежать поражения электрическим током, перед заменой предохранителя выключить шнур из розетки.

7.3. Установка оборудования перед эксплуатацией

Убедитесь, что вентиляционные отверстия в задней части кожуха хорошо вентилируются. Если оборудование используется в отличных от спецификации условиях, то заявленные технические данные оборудования могут ухудшиться.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Для исключения порчи прибора, не эксплуатировать его в условиях окружающей температуры выше 50 °С.

Ручку прибора можно использовать для переноски или в качестве подставки. Оттяните в стороны ручку прибора, поверните ее в нужном направлении и зафиксируйте. Не прилагайте больших усилий - это может привести к поломке пластмассовых частей ручки.

7.4. Защита измерительных входов от перегрузок



ВНИМАНИЕ! Чтобы избежать поражения электрическим током и/или порчи прибора, не подавайте на измерительные входы напряжение и ток больше указанных в таблице 6.2.



ВНИМАНИЕ! Чтобы избежать поражения электрическим током и/или порчи прибора, не подавайте на общий вход потенциал более =500 В или ~500 В_{пик.}

Таблица 6.2

Режим измерения	Предел измерения	Защита измерительного входа
Постоянное напряжение (В)	5 В/.../1000 В	=1000 В или ~1000 В _{пик.}
Переменное напряжение (В), переменная и постоянная составляющие (В)	5 В/.../1000 В	1000 В _{ср.кв.} непрерывно или (10 ⁷ В*Гц) _{макс.}
Постоянное/переменное напряжение (мВ), переменная и постоянная составляющие (мВ)	500 мВ	=450 В или ~450 В _{пик.}
Постоянный/переменный ток (А), переменная и постоянная составляющие (А)	500 мкА/.../2 А	Предохранитель 2 А 250 В

Постоянный/переменный ток (20 А), переменная и постоянная составляющие (20 А)	20 А	Нет
Сопротивление	Все	=450 В или ~450 В _{пик.}
Емкость	Все	=450 В или ~450 В _{пик.}

8. ПОРЯДОК РАБОТЫ

Нажмите кнопку включения питания. После 15 минутного прогрева прибор готов к работе.

8.1. Общие сведения из теории измерений

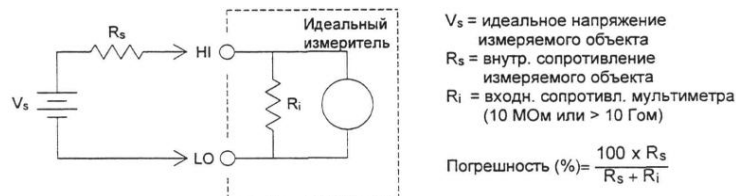
Наиболее известным источником погрешностей являются термо-ЭДС, возникающие при измерениях постоянных напряжений низкого уровня. Напряжения термо-ЭДС создаются при подключении прибора к объекту измерения с использованием проводников из разных металлов, имеющих разные температуры. Переход (спай) металл-металл образует термопару, которая вырабатывает напряжение, пропорциональное температуре перехода. Пользователь должен предпринять необходимые меры предосторожности, чтобы свести к минимуму уровень напряжений на термопарах и разницу температур при измерениях постоянных напряжений низкого уровня. Самые лучшие соединения получаются при тугом скручивании медных проводников. Приведенная ниже таблица показывает средние значения термо-ЭДС для соединений между различными материалами.

Медь-	Приблизительное значение в мкВ/°С
Медь	<0.3
Золото	0.5
Серебро	0.5
Латунь	3
Бериллиевая медь	5
Алюминий	5
Ковар или сплав	40
42 Кремний	500
Окись меди	1000
Кадмиево-оловянный припой	0.2
Оловянно-свинцовый припой	5

Погрешности, обусловленные нагрузкой (измерение постоянного напряжения)

Погрешности, обусловленные нагрузкой (измерение постоянного напряжения)

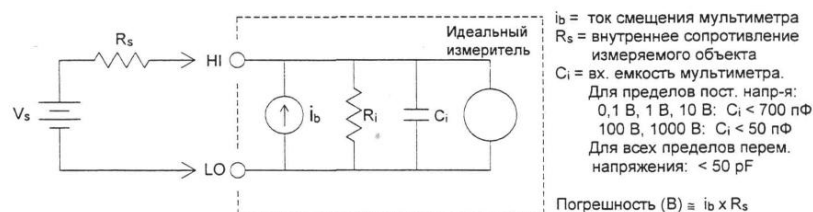
Погрешности измерения, обусловленные нагрузкой, возникают, когда сопротивление измеряемого объекта составляет достаточно большой процент от собственного входного сопротивления вольтметра (см. рис. ниже).



Для уменьшения погрешностей, обусловленных нагрузкой, и снижения уровня шумовых помех учитывайте значение входного сопротивления вольтметра.

Погрешности, обусловленные токами утечки

Входная емкость вольтметра подзаряжается за счет входных токов смещения, когда входные гнезда разомкнуты. В диапазоне температур от 0°C до 30°C измерительная схема вольтметра создает входной ток смещения около 30 пА. При температуре выше 30°C каждое ее повышение на 8°C удваивает величину тока смещения. Этот ток создает небольшие напряжения смещения, величина которых зависит от внутреннего сопротивления измеряемого объекта. Эффект становится ощутимым при внутреннем сопротивлении более 100 кОм или при рабочей температуре, значительно превышающей 30°C.



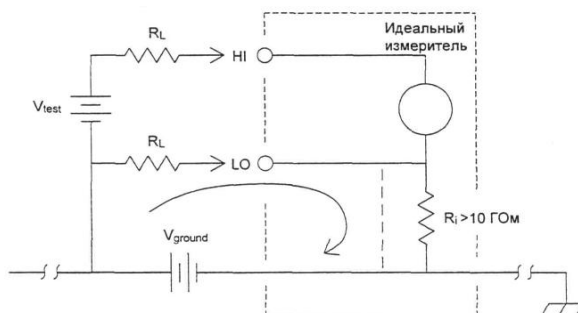
Помехи, обусловленные возникновением контуров в магнитном поле

При выполнении измерений вблизи магнитных полей рекомендуется предпринять необходимые меры предосторожности, чтобы избежать наводки напряжений в измерительных кабелях. Особенно следует проявлять осторожность при работе рядом с проводниками, несущими большие токи. Чтобы уменьшить площадь контуров наводки помех, следует подключать вольтметр к измеряемому объекту измерительными кабелями в виде витых пар или поместить в оболочку, чтобы они как можно плотнее прилегали друг к другу. Наводки помех могут возникать также в свободно провисающих или вибрирующих измерительных кабелях. При работе вблизи магнитных полей обязательно следует прочно их закрепить. Для уменьшения влияния источников магнитных полей по возможности рекомендуется использовать экранирующие материалы или удалять измеряемый объект с вольтметром на безопасное расстояние.

Помехи, обусловленные возникновением паразитных контуров с замыканием через землю

При измерении напряжений в схемах, где вольтметр и измеряемый объект имеют две разные точки заземления, образуется паразитный контур через землю. Как показано ниже, любая разность потенциалов между двумя точками заземления (V_{ground}) вызывает протекание тока по измерительным кабелям. Это приводит к возникновению погрешностей в виде паразитного шума и напряжения смещения (обычно связанных с работой сети питания), которые накладываются на измеряемое напряжение.

Наилучшим способом устранения паразитных контуров через землю является изоляция измерительных схем вольтметра от земли: соединять входные гнезда с землей не рекомендуется. Если же вольтметр необходимо заземлить, то следует подсоединить его и измеряемый объект к одной общей точке заземления. Это уменьшит или устранил вообще какую-либо разность потенциалов между точками заземления обоих устройств. При возможности следует также обеспечить подключение вольтметра и измеряемого объекта к одной сетевой розетке.



R_L = сопротивление измерительного кабеля

R_i = сопротивление изоляции вольтметра

V_{ground} = падение напряжения на шине заземления

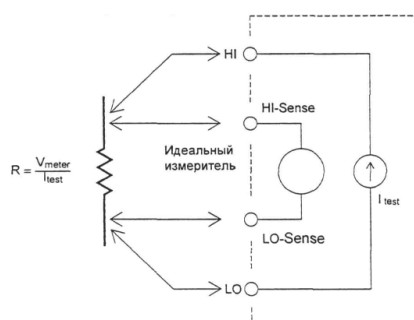
Измерение сопротивления

Вольтметр GDM-8245 и GDM-8246 обеспечивает один метод измерения сопротивления: 2-проводный и обеспечивает 4-проводный. В обоих случаях испытательный ток протекает от высокопотенциального гнезда HI и далее через измеряемый резистор. При 2-проводном измерении падение напряжения на измеряемом резисторе считывается внутри вольтметра. По этой причине измеряется также сопротивление измерительных кабелей. При 4-проводном измерении требуются дополнительно два отдельных «считывающих» проводника. Поскольку в проводниках считывания ток отсутствует, их сопротивление не вносит дополнительной погрешности в измеряемую величину сопротивления.

Примечание: источники погрешностей, рассмотренные выше для измерения постоянных напряжений, имеют место также и при измерении сопротивления. Ниже рассматриваются те источники погрешностей, которые возникают исключительно при измерении сопротивления.

4-проводное измерение сопротивления (не поддерживается GDM-8245 и GDM-8246)

При измерении малых сопротивлений наиболее точным методом является 4-проводное измерение. В этом случае автоматически уменьшаются сопротивление измерительных кабелей и контактные сопротивления. 4-проводное измерение сопротивлений используется при автоматических испытаниях, где между вольтметром и измеряемым объектом существуют кабели большой длины, многочисленные межсоединения или коммутаторы. Рекомендуемые соединения при 4-проводном измерении показаны ниже.



Устранение погрешностей, обусловленных сопротивлением измерительных кабелей

Для устранения погрешностей смещения, обусловленных сопротивлением измерительных кабелей при 2-проводных измерениях, рекомендуется:

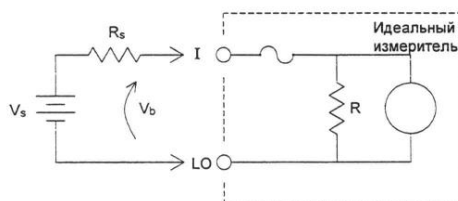
1. Закоротить свободные концы измерительных кабелей. Вольтметр выведет на индикатор значение сопротивления этих кабелей.
2. Нажать клавишу [REL] на передней панели. При замкнутых концах кабелей вольтметр выведет на индикатор значение «0» Ом.

При измерении больших сопротивлений могут возникнуть значительные погрешности из-за величины сопротивления изоляции и чистоты поверхности. Необходимо принять меры предосторожности для поддержания

«чистоты» системы измерения высокого сопротивления. В измерительных кабелях и присоединительных устройствах могут возникать токи утечки из-за поглощения влаги изоляционными материалами и «грязных» поверхностных пленок. Нейлон и поливинилхлорид относятся к разряду не очень качественных изоляторов (10^9 Ом) по сравнению с изоляторами из политетрафторэтилена (10^{13} Ом) (Teflon ® Teflon - зарегистрированный товарный знак фирмы E.I. duPont deNemours and Co.). При измерении сопротивления 1 МОм во влажных условиях утечка из нейлоновых или поливинилхлоридных изоляторов может вполне быть источником погрешности величиной 0,1 %.

Погрешности измерения постоянного тока

При последовательном подключении вольтметра к тестируемой схеме для измерения тока всегда возникает какая-то погрешность измерения. Эта погрешность возникает из-за последовательного напряжения нагрузки. Напряжение возникает на сопротивлении проводников и сопротивлении токового шунта вольтметра, как это показано ниже.



V_s = напряжение источника

R_s = сопротивление источника измеряемого объекта

V_b = напряжение нагрузки вольтметра

R = токовый шунт вольтметра

$$\text{Погрешность (\%)} = \frac{100\% \cdot V_b}{V_s}$$

Измерение истинного среднеквадратического значения переменных величин

Вольтметры, показывающие истинные среднеквадратические значения (подобные GDM-8245 и GDM-8246), измеряют теплотворную способность подаваемого напряжения. В отличие от вольтметров, измеряющих среднее значение, при измерении истинного среднеквадратического значения определяется мощность, рассеиваемая на резисторе. Эта мощность пропорциональна квадрату измеряемого истинного среднеквадратического значения напряжения независимо от формы сигнала. Вольтметр, показывающий среднее значение переменного напряжения, также калибруется на измерение истинного среднеквадратического значения, но только для синусоидальных сигналов. Для сигналов другой формы измеритель средних значений выполняет измерения с существенными погрешностями, как показано ниже.

Форма сигнала	Пересчетные коэффициенты для показаний прибора			
	От пика до пика	От нуля до пика	RMS	AVG
Синус 	2.828	1.414	1.000	0.900
Двухполупериодный выпрямленный синус 	1.414	1.414	1.000	0.900
Однополупериодный 				

выпрямленный синус 	2.828	2.828	1.414	0.900
Прямоугольный сигнал 	1.800	0.900	0.900	0.900
Прямоугольный сигнал 	1.800	1.800	1.272	0.900

При выполнении измерений переменного напряжения и переменного тока вольтметра измеряет истинные среднеквадратические значения со связью по переменному току. Это отличается от указанного выше измерения истинного среднеквадратического значения переменного напряжения с постоянной составляющей. Измеряется только теплотворная способность переменных составляющих входного сигнала (постоянная составляющая отбрасывается). Для синусоидальных, треугольных и прямоугольных сигналов переменные значения и переменные значения с постоянными составляющими равны, поскольку эти сигналы не содержат смещения по постоянному току. Несимметричные сигналы, такие как последовательности импульсов, содержат постоянные напряжения, которые отбрасываются при измерениях истинных среднеквадратических значений со связью по переменному току.

Измерение истинных среднеквадратических значений со связью по переменному току рекомендуется для малых переменных сигналов в присутствии больших смещений по постоянному току. Такая ситуация вполне обычна, например, при измерениях пульсаций на выходе источников питания постоянного тока. Однако, в некоторых случаях пользователю может понадобиться истинное среднеквадратическое значение суммы переменной и постоянной составляющих. Его можно определить, сделав отдельно измерения переменной и постоянной составляющих и скомбинировав результаты показаний указанным ниже способом. При этом для наиболее эффективного подавления помех постоянную составляющую следует измерять, интегрируя входной сигнал в течение 10 полных циклов сети питания (с разрешением 6 разрядов).

$$ac + dc = \sqrt{ac^2 + dc^2}$$

Погрешности, обусловленные пик-фактором (для несинусоидальных входных сигналов)

Всеобщим заблуждением является, когда считают, что поскольку вольтметр измеряет истинные среднеквадратические значения переменного напряжения, то все метрологические характеристики по погрешности измерения синусоидальных сигналов распространяются и на любые другие формы сигналов. Фактически форма входного сигнала может очень сильно влиять на погрешность измерения. Стандартным способом описания форм сигналов является задание пик-фактора.

Пик-фактор - это отношение пикового значения к среднеквадратическому значению рассматриваемого сигнала.

Например, для последовательности импульсов пик-фактор приблизительно равен корню квадратному из обратной величины коэффициента заполнения, как указано в таблице предыдущей страницы. В общем случае, чем больше пик-фактор, тем больше энергия, содержащаяся в более высокочастотных гармонических составляющих сигнала. Во всех вольтметрах погрешность измерения зависит от пик-фактора измеряемого сигнала. Погрешности, обусловленные пик-фактором, для GDM-82XX указаны в технических характеристиках в разделе 3. Следует отметить, что погрешности, обусловленные пик-фактором, не распространяются на входные сигналы частотой менее 100 Гц, когда используется частотный фильтр медленного действия.

Погрешности, обусловленные пик-фактором, можно оценить следующим образом::

Суммарная погрешность = Погрешность (синусоида) + Погрешность (пик-фактор) + Погрешность (ширина полосы)

Погрешность (синусоида): погрешность синусоидального сигнала, указанная в разделе 3.

Погрешность (пик-фактор): дополнительная погрешность из-за пик-фактора, указанная в разделе 3.

Погрешность (ширина полосы): расчетная погрешность, обусловленная шириной полосы (BW), как указано ниже.

$$\text{Погрешность из - за ширины полосы} = \frac{C.F.^2 \cdot F}{4\pi \cdot BW}, \text{ где}$$

C.F. = пик-фактор сигнала

F = частота основной гармоники входного сигнала

BW = полоса частот вольтметра на уровне -3 дБ (для GDM-82XX -100 кГц)

Пример: Рассчитать приблизительную погрешность измерения для последовательности импульсов 1В на входе прибора при пик-факторе, равном 3, и основной частоте 20 кГц. Для данного случая принимаются в расчет характеристики погрешности вольтметра, гарантированные на срок межповерочного интервала: $\pm (0,26\% + 100 \text{ ед. мл разряда})$.

Суммарная погрешность = 0.26%+ 1,27%+1.7%= 3.34%

Погрешности, обусловленные нагрузкой (измерение переменного напряжения)

При измерении переменного напряжения характеристики входа GDM-82XX выглядят следующим образом: сопротивление 1 МОм при параллельной емкости 100 пФ. Понятно, что кабели, подводящие на вход вольтметра измеряемый сигнал, добавляют дополнительную емкость и нагрузку. Ниже в таблице указаны приблизительные входные сопротивления вольтметра для различных частот.

Частота входного сигнала	Входное сопротивление
100 Гц	1 МОм
1 кГц	850 кОм
10 кГц	160 кОм
100 кГц	16 кОм

Для низких частот

$$\text{Погрешность}(\%) = \frac{100 \cdot R_s}{R_s + 1 \text{ МОм}}$$

Дополнительная погрешность для высоких частот

$$\text{Погрешность}(\%) = 100 \cdot \left[\frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi \cdot F \cdot R_s \cdot C_{IN})^2}} - 1 \right], \text{ где}$$

R_s = внутреннее сопротивление измеряемого объекта

F = частота входного сигнала

C_{in} = входная емкость (100 пФ) плюс емкость кабелей

Измерения ниже полной шкалы установленного предела

Самые точные измерения переменных величин можно выполнять, когда измеряемая вольтметром величина находится на полной шкале установленного предела. Автоматическое переключение предела происходит при 10% и 120% от полной шкалы установленного предела. Эти особенности вольтметра позволяют измерять некоторые входные сигналы на полной шкале одного предела и на 10% от полной шкалы от следующего более высокого предела. Естественно, что погрешность измерения на одном и другом пределах будут существенно отличаться. С целью получения наименьшей погрешности измерения следует вручную устанавливать самый низкий возможный предел измерения.

Погрешности, обусловленные самопрогревом при измерении высокого напряжения

Если на вход вольтметра подать среднеквадратическое значение напряжения более 300 В, произойдет самопрогрев внутренних элементов схемы нормализации входного сигнала. Погрешности, обусловленные этим самопрогревом, учтены в технических характеристиках вольтметра. Однако температурные изменения внутри вольтметра из-за самопрогрева могут вызвать дополнительную погрешность на других пределах измерения переменного напряжения. Эта дополнительная погрешность составит менее 0,02%, но она исчезает через несколько минут.

Погрешности, обусловленные температурным коэффициентом и перегрузкой

Вольтметр использует метод измерения переменных величин, при котором измеряются и устраняются внутренние напряжения смещения при установке других родов работы или пределов измерения. Если оставить вольтметр на одном и том же пределе на длительное время, в течение которого окружающая температура существенно изменится (или в случае недостаточного времени прогрева вольтметра), внутренние смещения могут измениться. В этом случае температурный коэффициент обычно имеет величину 0,002% от предела на 1°C, но он автоматически устраняется при установке другого рода работы или другого предела.

Если ручное переключение предела приводит к состоянию перегрузки, то точность измерения внутренних смещений на установленном пределе может ухудшиться. Обычно в этом случае может быть внесена дополнительная погрешность 0,01% от этого предела, но она автоматически устраняется при устранении состояния перегрузки и последующем изменении рода работы или предела.

Погрешности измерения сигналов низкого уровня

При измерении переменных напряжений менее 100 мВ следует учитывать, что эти измерения особенно подвержены возникновению погрешностей, обусловленных посторонними источниками помех. Например, оголенный измерительный кабель будет действовать в качестве антенны и нормально функционирующий вольтметр будет измерять принимаемые сигналы. Весь измерительный тракт, включая электросеть, будет функционировать как антенный контур. Токи, циркулирующие в этом контуре, создадут напряжения помех на всех импедансах, включенных последовательно с входом вольтметра. По этой причине подводить на вход вольтметра переменные напряжения низкого уровня следует только с использованием экранированных кабелей. При этом экран следует подсоединять к низкопотенциальной клемме LO.

По возможности настоятельно рекомендуется вольтметр и источник переменного напряжения подключать к одной сетевой розетке. Также следует свести к минимуму площадь неизбежно возникающих контуров через землю. Особенно подвержены восприятию помех высокымпедансные источники, низкоимпедансные источники подвержены помехам в меньшей степени. Уменьшить импеданс источника на высоких частотах можно путем установки конденсатора

параллельно с входными гнездами вольтметра. В каждом конкретном случае следует провести небольшое исследование по подбору конденсатора с подходящим номиналом.

Большинство посторонних помех никак не связано с входным сигналом. Погрешность измерения при этом можно определить следующим соотношением:

$$\text{Измеренное напряжение} = \sqrt{V_{IN}^2 + N_{noise}^2}$$

Помехи, связанные с входными сигналами, хотя и редки, но особенно вредны. Эти помехи всегда непосредственно влияют на входной сигнал. Измерение сигнала низкого уровня, имеющего частоту равную частоте сети питания, является распространенным случаем, когда возникают помехи такого рода.

Погрешности, обусловленные помехами общего вида

Помехи такого рода возникают, когда на низкопотенциальное гнездо LO вольтметра подается переменное напряжение относительно земли. Самый распространенный случай возникновения помех общего вида встречается при подключении с обратной полярностью выхода калибратора переменного напряжения к входу вольтметра. В идеальном случае вольтметр считывает независимо от способа подключения одни и те же величины. Однако взаимные влияния источника и вольтметра могут испортить такую идеальную ситуацию.

Из-за наличия емкости между низкопотенциальным входным гнездом LO и землей (для вольтметра приблизительно равной 100 пФ) источник в зависимости от способа подключения к входу будет иметь различные нагрузки. Величина погрешности зависит от реакции источника на эту нагрузку. Измерительная схема вольтметра, хотя и очень хорошо экранирована, реагирует на подключение с обратной полярностью совершенно по-другому из-за очень небольших расхождений в величине паразитной емкости относительно земли. Наибольшие погрешности у вольтметра возникают при высокочастотных входных напряжениях высокого уровня. Как правило, дополнительная погрешность вольтметра составляет 0,06% для напряжения 100 В с частотой 100 кГц, поданного на вход с обратной полярностью. Для сведения к минимуму переменных напряжений общего вида можно воспользоваться методами заземления, описанными для решения проблем подавления помех общего вида при измерении постоянных напряжений.

Погрешности при измерении переменного тока

Погрешности напряжения нагрузки, возникающие при измерении постоянного тока, имеют место и при измерении переменного тока. Однако напряжение нагрузки для переменного тока больше из-за последовательной индуктивности и присоединенных проводников. Напряжение нагрузки увеличивается при увеличении входной частоты. Из-за наличия упомянутых последовательно включенных индуктивности и присоединительных проводников некоторые схемы при измерении в них переменного тока могут войти в режим генерации.

Погрешности измерения частоты и периода

Для измерения частоты и периода в вольтметре используется метод вычисления обратной величины. При таком методе для любой входной частоты разрешающая способность измерения сохраняется постоянной. Нормализацию входных сигналов выполняет схема вольтметра, предназначенная для измерения переменных напряжений. Все частотомеры подвержены возникновению погрешностей при измерении сигналов низкого уровня и низкой частоты. Особенно существенными являются воздействия как внутренних, так и внешних помех при измерениях «медленно» меняющихся сигналов. Погрешность обратно пропорциональна частоте измеряемого сигнала. Погрешности возникают также при попытке измерения частоты (или периода) входного сигнала после изменения на входе постоянного напряжения смещения. Поэтому перед выполнением частотных измерений необходимо, чтобы полностью установился блокирующий конденсатор постоянного тока на входе вольтметра.

Выполнение высокоскоростных измерений постоянных величин и сопротивления

Для устранения погрешностей, обусловленных образованием внутренних термо-ЭДС и токов смещения, вольтметр выполняет процедуру автоматической установки нуля. Фактически измерение состоит из измерения на входных гнездах, а затем измерения внутреннего напряжения смещения. Для повышения точности измерения погрешность, обусловленная внутренним напряжением смещения, вычитается из результата измерения на входе. Такая операция компенсирует воздействия изменений напряжения смещения, возникающих из-за температурных колебаний. Для выполнения измерений на максимально высокой скорости автоматическая установка нуля выключается. Это более чем в два раза повысит скорость снятия показаний при измерениях постоянного напряжения, сопротивления и постоянного тока. На другие роды работ автоматическая установка нуля никакого влияния не оказывает.

8.2. Измерение напряжения

Режимы измерения: DCV, ACV, DCmV, ACmV.

1. Включить соответствующий режим измерения.
2. Используя клавишу [AUTO/MAN], установить автоматический или ручной режим выбора предела измерения.
3. Подсоединить измерительные провода к входам V (красный) и COM (черный).
4. Подключить измерительные щупы параллельно схеме измерения и считать результат с дисплея.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Если после измерения напряжения > 1000 В сразу измерять напряжение < 100 мкВ, то возможно появление дополнительных погрешностей. Для повышения точности измерений в этом случае необходимо выдержать паузу в течении 1 минуты.

8.3. Измерение тока

Режимы измерения: DCA, ACA, DC20 A, AC20 A.

1. Включить соответствующий режим измерения.
2. Используя клавишу [AUTO/MAN], установить автоматический или ручной режим выбора предела измерения.
3. Подсоединить измерительные провода к входам 2 A или 20 A (красный) и COM (черный).
4. Подключить измерительные щупы последовательно схеме измерения и считать результат с дисплея.

8.4. Измерение сопротивления, емкости, прозвонка целостности цепи

Режимы измерения: Ω , $\gg$.

1. Включить соответствующий режим измерения.
2. Используя клавишу [AUTO/MAN], установить автоматический или ручной режим выбора предела измерения.
3. Подсоединить измерительные провода к входам Ω , --- (красный) и COM (черный).
4. Подключить измерительные щупы параллельно схеме измерения и считать результат с дисплея.

8.5. Измерение емкости

Режимы измерения: --- .

1. Включить соответствующий режим измерения.
 2. Используя клавишу [AUTO/MAN], установить автоматический или ручной режим выбора предела измерения.
- Примечание: для автоматического выбора пределов измерений емкости выберите верхний предел измерений, подключите конденсатор и нажмите AUTO
3. Подсоединить измерительные провода к входам Ω , --- (красный) и COM (черный).
 4. Подключить измерительные щупы параллельно схеме измерения и считать результат с дисплея.

8.6. Испытание p-n перехода

Режим измерения: --- .

1. Включить режим измерения.
2. Подсоединить измерительные провода к входам --- (красный) и COM (черный).
3. Подключить измерительные щупы к p-n переходу: красный к «+», черный к «-». Считать результат с дисплея.

8.7. Измерение относительного уровня по мощности дБм (для GDM-8245)

Режим измерения: dBm.

Данный режим доступен только при измерениях напряжения (DCV, ACV, DCmV, ACmV, AC+DC). Одновременное использование режимов dBm и AC+Hz невозможно.

Для включения режима нажать клавиши [SHIFT] + [dBm]. При этом на дополнительной шкале результат измерения отображается в дБм, на основной шкале – в В, мВ. Измерение осуществляется относительно опорного сопротивления 600 Ом.

Выключение режима – повторным нажатием клавиш [SHIFT] + [dBm].

8.8. Измерение относительного уровня по мощности дБм (для GDM-8246)

Режим измерения: dBm.

Данный режим доступен только при измерениях напряжения (DCV, ACV, DCmV, ACmV, AC+DC). Одновременное использование режимов dBm и AC+Hz невозможно.

Для включения режима нажать клавиши [SHIFT] + [dBm]. При этом на дополнительной шкале результат измерения отображается в дБм, на основной шкале – в В, мВ. Измерение осуществляется относительно предварительно заданного опорного сопротивления.

Для задания опорного сопротивления необходимо:

1. Нажать последовательно клавиши [SHIFT] + [SET].
2. Нажать кнопку [REF Ω] для выбора опорного сопротивления. На дисплее будет присутствовать ранее заданное значение сопротивления.
3. Набор необходимого значения сопротивления осуществляется кнопками «▲» и «▼». Выбор сопротивления осуществляется в соответствии с Таблица 3.3-4.
4. После установки заданного значения, нажмите кнопку [ENTER] или кнопку [SHIFT] для удаления набранных значений.

Выключение режима измерения относительного уровня по мощности осуществляется повторным нажатием клавиш [SHIFT] + [dBm].

8.9. Измерение частоты

Режим измерения: AC+Hz.

Данный режим доступен только при измерениях переменного напряжения и тока (ACV, ACmV, ACA, AC20 A). Одновременное использование режимов AC+Hz и dBm невозможно.

Для включения режима нажать клавиши [SHIFT] + [AC+Hz]. При этом на дополнительной шкале будет отображаться частота входного сигнала, если уровень сигнала выше порога чувствительности.

Измерение частоты обеспечивается при регистрации min/max значений, Δ -измерениях, удержании показаний.

Выключение режима – повторным нажатием клавиш [SHIFT] + [AC+Hz].

8.10. Измерение полного сигнала

Режим измерения: AC+DC.

Данный режим доступен только при измерениях напряжения и тока (DCV, ACV, DCmV, ACmV, DCA, ACA, DC20A, AC20 A).

Для включения режима нажать клавишу [AC+DC]. При этом на основной шкале будет отображаться точное среднеквадратичное значение уровня входного сигнала, содержащего постоянную и переменную составляющие (Total RMS).

В данном режиме скорость измерения ниже.

Для выключения режима – нажать клавишу любого режима измерения.

8.11. Измерение max/min значений

Режим измерения: MAX/MIN.

Режим обеспечивает регистрацию и удержание наибольших или наименьших значений с момента активизации данного режима.

При нажатии клавиши [MAX/MIN] включается режим MAX, при котором показания основной шкалы будут изменяться только при увеличении входного сигнала. При нажатии клавиши [MAX/MIN] в режиме MAX включается режим MIN, при котором показания основной шкалы будут изменяться только при уменьшении входного сигнала.

Для выключения режима – нажать клавишу [MAX/MIN] в режиме MIN.

8.12. Δ-измерения

Режим измерения: REL.

Режим включается нажатием клавиш [SHIFT] + [REL]. При этом значение входной величины записывается в память, а показание основной шкалы обнуляется. В режиме Δ-измерений на дисплей выводится результат разности между входным значением и значением из памяти.

В режиме MAX/MIN режим REL обеспечивает регистрацию приращения (с учетом знака) входной величины.

Выключение режима – повторным нажатием клавиш [SHIFT] + [REL].

8.13. Удержание показаний

Режим измерения: HOLD.

Режим используется в тех случаях, когда необходимо полностью сосредоточиться на самом процессе измерения, например, в труднодоступном месте или при повышенной опасности, после чего в благоприятных условиях считать результат. Удержание показаний доступно во всех режимах измерений.

Режим включается нажатием клавиши [HOLD]. При этом последнее измеренное значение фиксируется на дисплее.

Выключение режима – повторным нажатием клавиш [HOLD].

8.14. Автоматическое удержание показаний (только для GDM-8246)

Режим измерения: AUTOHOLD.

Режим используется в тех случаях, когда необходимо полностью сосредоточиться на самом процессе безопасного подключения измерительных щупов к схеме измерения для предотвращения поражения электрическим током, например, в труднодоступном месте или при повышенной опасности, после чего в благоприятных условиях считать результат. Удержание показаний доступно во всех режимах измерений.

Режим включается нажатием клавиши [SHIFT] + [AUTOHOLD]. При этом на дисплее будут фиксироваться только показания большие чем 8% от установленного предела измерения или больше чем на 200 единиц младшего разряда по сравнению с предыдущим значением. При уменьшении входной величины менее, чем на 10% от установленного предела измерения и более чем на 0,8% от установленного предела измерения предел измерения автоматически изменится в сторону уменьшения.

Выключение режима – повторным нажатием клавиш [SHIFT] + [AUTOHOLD].

8.15. Режим допускового контроля (только для GDM-8246)

Режим измерения: COMPARE.

Режим используется в тех случаях, когда во время измерения необходимо производить анализ на соответствие полученной величины установленным минимальным и максимальным значениям (допусковый контроль). В режиме допускового контроля на вспомогательном дисплее будет присутствовать надпись «Hi», когда измеренное значение превышает заданный предел; «Lo» – когда измеренное значение находится ниже заданного предела и «Pass», когда измеренное значение находится в пределах заданного допуска.

Данный режим может быть использован при следующих измерениях: DCV, DCmV, ACV, ACmV, AC+DC, DCA, DC 20A, ACA, ACA 20A, измерение сопротивления и емкости.

Для включения режима допускового контроля необходимо:

1. Выбрать необходимый режим измерения и предел измерения.
2. Установить верхний и нижний пределы, для этого нажмите последовательно клавиши [SHIFT] + [SET] + [HI], для задания верхнего предела или клавиши [SHIFT] + [SET] + [LO], для задания Нижнего предела. На дисплее будет присутствовать записанное ранее значение. Если на дисплее установить значение больше, чем 50000 дисплей покажет числа 60000.
3. Набор необходимого значения верхнего (нижнего) предела осуществляется кнопками «▲» и «▼». Перемещение от старшего разряда к младшему осуществляется нажатием на кнопку «▲», при этом корректируемый разряд будет мигать. Измерение значения выбранного разряда осуществляется нажатием на кнопку «▼», при этом будет происходить измерение значения в сторону увеличения.
4. После установки заданного значения нажмите кнопку [ENTER] или кнопку [SHIFT] для удаления набранных значений.

8.16. Измерение уровня пульсаций (только для GDM-8246)

При измерении постоянного напряжения на пределах 5/50/500 В дополнительную шкалу можно использовать для отображения уровня переменной составляющей (пульсации), для этого в режиме измерения постоянного напряжения нажмите последовательно кнопки [SHIFT] + [RIPPLE]. Основной дисплей будет индигировать измеренное показание постоянного напряжения на вышеуказанных пределах, а вспомогательный дисплей будет индигировать измеренной значение пульсация на пределе измерения 500 мВ переменного напряжения в диапазоне частот до 100кГц.

Для выхода из этого режима нажмите кнопку [RIPPLE] еще раз.

9. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРФЕЙСОВ RS-232 И GPIB (ТОЛЬКО ДЛЯ GDM-8246)

9.1. Введение

Современные автоматические измерительные системы, объединяют в себе различные измерительные приборы и управляются с помощью компьютера или терминала. Возможности программирования стандартных операций измерения позволяют пользователю автоматизировать процесс комплексных измерений и обработки информации. Мультиметр GDM – 8246 имеет возможность дистанционного управления по средствам RS-232 интерфейса (опция) или GPIB (КОП) (опция).

9.2. Выбор и установка интерфейса.

С помощью кнопок [SHIFT][SET] войдите в режим установок. Путём нажатия на кнопки с белыми символами на синем фоне выберете интерфейс, чьи параметры вы будете устанавливать. На экране будут отображаться параметры в соответствии с вашим выбором. Используя управляющие кнопки установите требуемые значения скорости передачи данных (или адреса для GPIB). Завершите ввод нажав на кнопку [ENTER] или отмените сделанные изменения нажав на [SHIFT].

9.3. Установка связи с прибором посредством GPIB интерфейса

GPIB (General Purpose Interface Bus)

Шина IEEE-488 и соответствующий протокол широко используются в программно-аппаратных комплексах для соединения персональных компьютеров и рабочих станций с измерительными инструментами (в частности, в системах сбора данных). Разработанный в 60-х годах в Hewlett-Packard, протокол изначально назывался HPIB (Hewlett-Packard Interface Bus, интерфейсная шина Hewlett-Packard). Впоследствии другие компании подхватили инициативу и начали использовать протокол для своих внутренних целей. Протокол был стандартизован американским Институтом инженеров электротехнической и электронной промышленности (IEEE) и переименован в IEEE-488 (по номеру стандарта) или GPIB (General Purpose Interface Bus, интерфейсная шина общего назначения) в середине 70-х годов. Аналогичный российский стандарт называется Канал Общего Пользования (КОП).

Стандарт GPIB определяет три различных типа устройств, которые могут быть подключены к шине: "listener", "talker" и/или контроллер (точнее, устройства могут находиться в состоянии "listener" либо "talker" либо быть типа "контроллер"). Устройство в состоянии "listener" считывает сообщения с шины; устройство в состоянии "talker" посылает сообщения на шину. В каждый конкретный момент времени в состоянии "talker" может быть одно и только одно устройство, в то время как в состоянии "listener" может быть произвольное количество устройств. Контроллер выполняет функции арбитра и определяет, какие из устройств в данный момент находятся в состоянии "talker" и "listener". К шине может быть одновременно подключено несколько контроллеров. В этом случае один из контроллеров (как правило, расположенный на интерфейсной карте GPIB) является ответственным контроллером (Controller-in-Charge, CIC) и делегирует по мере надобности свои функции другим контроллерам. Шина сконфигурирована таким образом, что одновременно может обслуживать до 15 клиентов с адресами от 0 до 30 включительно (адреса устройств не обязаны быть непрерывными, но во избежание конфликтов обязаны быть различными).

Примечание

При выборе GPIB интерфейса для управления мультиметром помните:

Количество приборов на одной шине ограничено 15-ю.

Не используйте соединительный кабель длиннее 20 метров.

Расстояние между соседними приборами на шине не более 2 метров.

Адрес каждого устройства на шине уникален.

Две трети приборов на шине должны быть ВКЛЮЧЕНЫ.

Топология GPIB интерфейса не поддерживает кольца и параллельное соединение.

Соединение с компьютером

Подключение прибора посредством GPIB интерфейса, наилучшим образом осуществляется к компьютеру имеющему плату GPIB.

Для подключения мультиметра к компьютеру выполните следующее:

Подключите один конец GPIB кабеля к компьютеру.

Подключите другой конец GPIB кабеля к GPIB порту мультиметра.

Включите мультиметр.

Включите компьютер.

Проверка GPIB соединения.

Для проверки связи между компьютером и прибором, вы можете послать команду запрос.

*idn?

Команда возвращает наименование производителя, модели прибора, и версии прошивки в следующем формате:

GW.Inc,GDM-8246,FW1.00

Если вы не получили ответа от мультиметра, проверьте включен ли прибор, правильность GPIB адреса, а также соединение разъемов.

9.4. Установка связи с прибором посредством RS-232 интерфейса

Интерфейс RS232.

Стандарт RS232 служит для прямого кабельного соединения двух устройств, таких как, например, компьютер и мультиметр. Для правильной работы необходимо настроить параметры передачи данных для прибора и компьютера.

Baud rate: вы можете выбрать скорость передачи данных 1200, 2400, 4800 или 9600 бод.
Parity bit: нет.
Data bit: 8 бит.
Stop bit: 1 стоп бит.
Data flow control: нет.

Замечания к соединению RS232

На задней панели прибора находится 9-ти контактный разъём для подключения нуль-модемного кабеля. На рисунке 1 показывает распайку штекера (папа). На рисунке 2 показана схема подключения устройства к компьютеру. При подключении мультиметра к компьютеру соблюдайте следующие правила:

Не соединяйте выход одного терминального устройства с выходом другого.

Многие устройства требуют наличия высокого сигнала на одном или нескольких контактах.

Убедитесь что заземляющий канал одного устройства соединён с заземляющим каналом другого устройства.

Убедитесь, что оборудование имеет заземление.

Длина соединительного кабеля с персональным компьютером НЕ БОЛЕЕ 15 метров.

Убедитесь в том, что скорость передачи данных устройства и терминала совпадают.

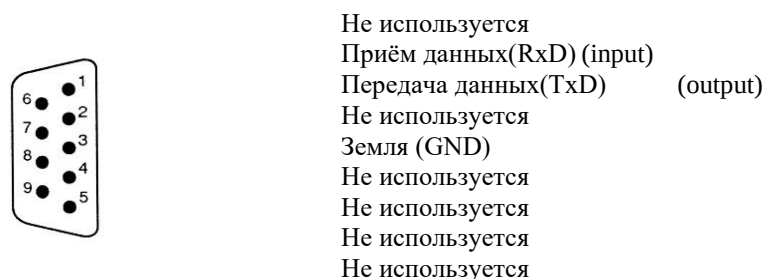


Рис. 1. Распределение сигнала в 9-ти контактном разъёме (папа) RS232

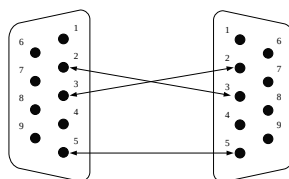


Рис. 2. Схема соединения устройства и компьютера

Соединение с компьютером

Подключение прибора посредством RS232 интерфейса, наилучшим образом осуществляется к компьютеру, имеющему COM порт.

Для подключения мультиметра к компьютеру выполните следующее:

Подключите один конец RS232 кабеля к COM порту компьютеру.

Подключите другой конец RS232 кабеля к RS232 порту мультиметра.

Включите мультиметр.

Включите компьютер.

Проверка RS232 соединения.

Для проверки связи между компьютером и прибором, вы можете послать команду запрос.

*idn?

Команда возвращает наименование производителя, модели прибора, и версии прошивки в следующем формате:

GW.Inc,GDM-8246,FW1.00

Если вы не получили ответа от мультиметра, проверьте включен ли прибор, установку скорости передачи данных на приборе и компьютере, а также соединение разъемов.

9.5. Входящий и исходящие запросы

The design of 128 bytes input queue and 128 bytes output queue for storing the pending commands or return messages is to prevent the transmitted commands of remote control and return messages from missing. As the maximum stored capacity for Error/Event Queue is 20 groups of messages, it should be noted that input data exceeding the capacity by using these buffers will cause data missing.

9.6. Команды и синтаксис

GPIВ команды Цифрового Мультиметра GDM – 8246 полностью совместимы со стандартом IEEE-488.2 и входят в состав универсального языка управления измерительным оборудованием SCPI.

SCPI

SCPI (Стандартные команды для программируемых инструментов) стандарт, созданный международным консорциумом производителей контрольно измерительного оборудования, был принят единый стандарт управления идентичными функциями приборов.

Синтаксис команд

Любая команда на языке SCPI состоит из следующих элементов:

Заголовок команды

Параметр (если необходимо)

Разделитель

Заголовок команды

Заголовок команды имеет иерархическую структуру и может быть представлен схематически виде дерева (см. Рис. 3).

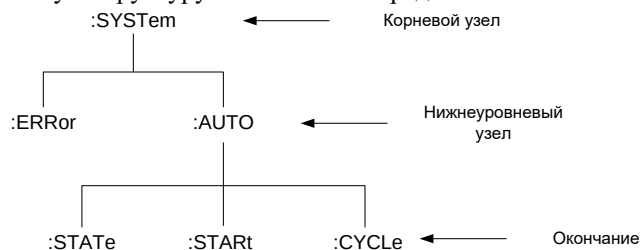


Рис. 3: Иерархия заголовка команды

Заголовок команды в свою очередь состоит из ключевого слова и окончания (см. рис. 4)..

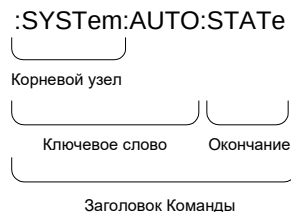


Рис. 4. Заголовок команды

Параметры

Синтаксис командного языка показывает большинство команд (а также некоторые параметры) в виде наборов прописных и строчных букв. Прописные буквы показывают сокращенное написание команд. Для получения более коротких командных строк следует употреблять сокращенную форму написания команд. Однако для более удобного восприятия программ рекомендуется употреблять длинную форму.

Фигурные скобки ({}) заключают варианты параметров для данной командной строки. Скобки с командной строкой не передаются.

Вертикальная черта (|) используется для разделения нескольких вариантов параметра для данной командной строки.

Угловые скобки (<>) Показывают, что пользователь должен указать значение для заключенного в скобки параметра. Скобки с командной строкой не передаются. Пользователь должен указать значение для заключенного в скобки параметра (например, "VOLT:DC:RANG 10").

Некоторые параметры заключаются в квадратные скобки ([]). Такие скобки показывают, что данный параметр является не обязательным и может быть опущен. Скобки с командной строкой не передаются. Если пользователь не указал значение для необязательного параметра, вольтметр выберет значение по умолчанию.

Разделители команд

Для разделения ключевого слова команды от ключевого слова более низкого уровня используется двоеточие (:). Для разделения параметра от ключевого слова команды необходимо вставить пробел. Если в команде требуется указать более одного параметра, соседние параметры разделяются с помощью запятой, как показано ниже:

"CONF:VOLT:DC 10, 0.003"

Для разделения команд внутри одной и той же подсистемы используется точка с запятой (;), что иногда может уменьшить количество печатаемых символов. Например, посылка следующей командной строки:

"TRIG:DELAY 1; COUNT 10" равносильна послыке двух следующих команд:

"TRIG:DELAY 1" "TRIG:COUNT 10"

Для связи команд из различных подсистем следует использовать двоеточие и точку с запятой. Например, в следующей командной строке будет выработано сообщение об ошибке, если пользователь не будет использовать и двоеточие, и точку с запятой.

"SAMP:COUN 10::TRIG:SOUR EXT"

Таблица 1 показывает типы параметров команд для управления мультиметром:

Таблица 1

Тип Параметра	Описание	Пример
Boolean	Булево значение	0, 1
NR1	Целые числа	0, 1, 18
NR2	Дробные числа	1.5, 3.141, 8.4
NR3	Числа с плавающей точкой	4.5E-1, 8.25E+1
String	Строка	"No error"

Символы разделители и терминальные символы

Терминальные символы GPIB

Согласно спецификации IEEE 488.2 можно использовать следующие терминальные символы:

LF^END Line feed code (hexadecimal 0A) with END message

LF Line feed code

<dab>^END Last data byte with END message

Эти терминальные символы распространены для использования во многих прикладных программах.

Терминальные символы RS232

В качестве терминального символа в случае соединения RS-232 интерфейса используется LF – код перевода строки.

Ввод команд

Стандарт языка SCPI предоставляет пользователю гибкость в написании кода, за счет возможности комбинирования, как отдельных команд, так и длинных управляющих последовательностей, выполняемых за один шаг.

Варианты написания команд

Вы можете писать команды, как в верхнем регистре, так и в нижнем. Многие команды допускают укороченный вариант написания, так например команда CONFigure:VOLTage:DC 0, в коротком написании выглядит CONF:VOLT:DC 0.

Классификация команд

В ниже приведенных таблицах описаны основные команды управления мультиметром, разделенные на 4 класса:

Конфигурационные команды

Команды вычислений

Команды статуса

Общие команды

Конфигурационные команды

В таблице 2 описаны основные команды для установки необходимых режимов работы мультиметра, а также запросы по этим режимам.

Команда	Описание
:CONFigure:AUTO?	Запрос. Режим авто измерений ВКЛ/ВЫКЛ
:CONFigure:AUTO <Boolean>	Режим авто измерений ВКЛ/ВЫКЛ
:CONFigure:RANGE?	Запрос. Возвращает диапазон измерений выставленной функции
:CONFigure:MODE?	Возвращает значение выбранной вычислительной функции
:CONFigure:FUNCTION?	Запрос. Выбрана функция ДА/НЕТ
:CONFigure:CAPacitance <NR2>	Выбор режима измерения емкости и установка диапазона измерения
:CONFigure:CONTinuity	Выбор функции повторения
:CONFigure:CURREnt:AC <NR2>	Выбор режима измерения переменного напряжения и установка диапазона измерения по току
:CONFigure:CURREnt:DC <NR2>	Выбор режима измерения постоянного напряжения и установка диапазона измерения по току
:CONFigure:CURREnt:ACDC <NR2>	Выбор режима AC+DC установка диапазона измерения по току
:CONFigure:DIODE	Выбор режима испытания p-n перехода.
:CONFigure:SFRequency	Выбор режима измерения частоты
:CONFigure:RESistance <NR2>	Выбор режима измерения сопротивления
:CONFigure:VOLTage:AC <NR2>	Выбор режима измерения переменного напряжения и установка диапазона измерения по напряжению
:CONFigure:VOLTage:DC <NR2>	Выбор режима измерения постоянного напряжения и установка диапазона измерения по напряжению
:CONFigure:VOLTage:ACDC <NR2>	Выбор режима AC+DC и установка диапазона измерения по напряжению

:CONFigure:VOLTag:DCAC <NR2>	Выбор режима измерения пульсаций и диапазона измерения
:READ?	Запрос. Возвращает показания основного и дополнительного дисплеев
:VALue?	Запрос. Возвращает показания основного дисплея
:SVALue?	Запрос. Возвращает показания дополнительного дисплея

Команды вычислений

:CALCulate:LiMit:STATe?	Запрос. Функция сравнения ВКЛ/ВЫКЛ
:CALCulate:LiMit:STATe <Boolean>	Функция сравнения ВКЛ/ВЫКЛ
:CALCulate:LiMit:LOWer?	Запрос. Возвращает значение нижнего предела
:CALCulate:LiMit:LOWer <NR2>	Установка значения нижнего предела
:CALCulate:LiMit:UPPer?	Запрос. Возвращает значение верхнего предела
:CALCulate:LiMit:UPPer <NR2>	Установка значения верхнего предела
:CALCulate:LiMit:FAIL?	Запрос. Возвращает значение перегрузки ДА/НЕТ
:CALCulate:MAXimum?	Запрос. Функция регистрации максимальных значений ВКЛ/ВЫКЛ
:CALCulate:MAXimum <Boolean>	Функция регистрации максимальных значений ВКЛ/ВЫКЛ
:CALCulate:MINimum?	Запрос. Функция регистрации минимальных значений ВКЛ/ВЫКЛ
:CALCulate:MINimum <Boolean>	Функция регистрации минимальных значений ВКЛ/ВЫКЛ
:CALCulate:RElation:STATe <NR1>	Режим Δ-измерений ВКЛ/ВЫКЛ
:CALCulate:RElation:STATe?	Запрос. Режим Δ-измерений ВКЛ/ВЫКЛ
:CALCulate:RElation:DATa?	Запрос. Возвращает установленное значение для режима Δ-измерений
:CALCulate:RElation:DATa <NR2>	Установка значения для режима Δ-измерений
:CALCulate:SDMB:STATe?	Запрос. Режим измерения относительного напряжения ВКЛ/ВЫКЛ
:CALCulate:SDMB:STATe <Boolean>	Режим измерения относительного напряжения ВКЛ/ВЫКЛ
:CALCulate:SDMB:REference?	Запрос. Возвращает значение сопротивления нагрузки
:CALCulate:SDMB:REference <NR1>	Установка значения сопротивления нагрузки
:CALCulate:HOLD?	Запрос. Режим удержаний показаний ВКЛ/ВЫКЛ
:CALCulate:HOLD <NR1>	Режим удержаний показаний ВКЛ/ВЫКЛ

Команды статуса

В таблице 3 приведены команды и запросы, управления различными регистрами мультиметра. Таблица 3

*CLS	Очищает суммарный регистр байта состояния и все регистры события
*ESE <NR1>	Устанавливает разряды в регистре разрешения (регистре маски) стандартного события. Установленные разряды затем сообщаются байту состояния.
*ESE?	Запрос регистра разрешения стандартного события. Вольтметр выдает в ответ десятичное число, соответствующее двоично-взвешенной сумме всех разрядов, установленных в регистре
*ESR?	Запрос регистра стандартного события. Вольтметр выдает в ответ десятичное значение, соответствующее двоично-взвешенной сумме всех разрядов, установленных в регистре
*SRE <NR1>	Устанавливает разряды в регистре разрешения (регистре маски) байта состояния
*SRE?	Запрос регистра разрешения байта состояния. Вольтметр выдает в ответ десятичное значение, которое соответствует двоично-взвешенной сумме всех разрядов, установленных в регистре
*STB?	Запрос суммарного регистра байта состояния. Запрос STB? аналогичен последовательному опросу, но обрабатывается, как и любая другая приборная команда. Запрос STB? выдает в ответ тот же результат, что и последовательный опрос, но разряд 6 ("Запрос на обслуживание") в этом случае не очищается
:STATus:OPERation:CONDition?	Возвращает содержимое регистра состояния операции
:STATus:OPERation:ENABle <NR1>	Установка разрядов в регистреSets the contents of the enable mask for the OPERATION event register.
:STATus:OPERation:ENABle?	Returns the contents of the enable mask for the OPERATION event register. Returns NR1.
:STATus:OPERation:EVENT?	Query the contents of the OPERATION Event register.
:STATus:PRESet	Очищает все разряды в регистре разрешения проверяемых данных
:STATus:QUEStionable:CONDition?	Returns the contents of the OPERATION condition register. Returns NR1.
:STATus:QUEStionable:ENABle <NR1>	Устанавливает разряды в регистре разрешения (регистре маски) проверяемых данных. Установленные разряды затем сообщаются байту состояния
:STATus:QUEStionable:ENABle?	Запрос регистра разрешения проверяемых данных. Вольтметр выдает в ответ двоично-взвешенное десятичное число, представляющее установленные разряды регистра разрешения
:STATus:QUEStionable:EVENT?	Запрос регистра события проверяемых данных. Вольтметр выдает в ответ десятичное значение, которое соответствует двоично-взвешенной сумме всех разрядов, установленных в регистре

Общие команды

*IDN?	Идентификация прибора.
*OPC	Устанавливает разряд 0 ("Операция завершена") в регистре стандартного события после исполнения команды
*OPC?	Выдает в ответ " 1" в буфер вывода после исполнения команды.
*RST	Перезагрузка мультиметра, очищение регистров, отключение входов
*WAI	Задержка. Команда организует последовательное управление мультиметром.
:SYSTem:ERRor?	Запрос на следующую позицию в очереди ошибок/событий.
:SYSTem:VERSion?	Запрос версии SCPI

Сообщения об ошибках

В таблице 6.1 перечислены основные сообщения об ошибках, возникающие при работе с мультиметром.

Таблица 6.1

SCPI Коды ошибок и описание	SESR Бит
0, "Нет ошибок"	
-100, "Командная ошибка"	5
-200, "Ошибка выполнения"	4
-221, "Неверные установки"	4
-222, "Данные вне диапазона"	4
-350, "Переполнение очереди"	3
-410, "Запрос ПРЕРВАН"	2
-420, "Запрос НЕЗАКОНЧЕН"	2
-430, "Запрос НЕВЫПОЛНИМ"	2

10 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ



ВНИМАНИЕ! Все операции данного раздела должны выполняться только квалифицированным персоналом. Во избежание поражения электрическим током проводить техническое обслуживание только после ознакомления с данным разделом.

9.7. Замена предохранителя в цепи 220 В

В случае если сгорел предохранитель, вольтметр GDM-8245 не будет работать. Замену предохранителя производить только после выяснения и устранения причины, вызвавшей его перегорание. При замене использовать только предохранитель соответствующего типа и номинала (табл. 8.1).

Гнездо предохранителя находится на задней панели (см. рис. 4.1).

Таблица 8.1

Тип предохранителя	
115V	T0.1 A 250V
230V	T0,08 A 250V

9.8. Замена предохранителя в измерительной цепи

Предохранитель осуществляет защиту прибора в диапазоне от 500 мА до 2 А, для его замены выполните следующие операции:

1. Выключите питание вольтметра, отсоедините сетевой шнур и измерительные провода;
2. Используя отвертку с плоским жалом, откройте крышку держателя предохранителя (рис. 4.1, п.16);
3. Замените неисправный предохранитель новым соответствующего номинала (2 А/250 В).

9.9. Установка напряжения питания

Конструкция первичной обмотки трансформатора позволяет использовать для питания прибора следующие величины сетевого напряжения: 115 В или 230 В и частотой 50/60 Гц. Установка требуемого напряжения питания выполняется с помощью переключателя AC LINE SELECT на задней панели прибора (рис. 4.1).

Если необходимо сменить заводскую установку, выполнить следующие операции:

1. Отсоединить сетевой шнур от сети питания.
2. Установить переключатель АС в требуемое положение.
3. Переустановка напряжения питания требует смены предохранителя. Установить предохранитель требуемого номинала в соответствии с данными таблицы на задней панели (или табл. 8.1).

9.10. Уход за поверхностью вольтметра

Для чистки прибора используйте мягкую ткань, смоченную в мыльном растворе. Не распыляйте это средство непосредственно на прибор, так как раствор может проникнуть вовнутрь и вызвать, таким образом, повреждение.

Не используйте химикаты, содержащие бензин, бензол, толуол, ксилол, ацетон или аналогичные растворители. Не использовать ни в коем случае абразивные вещества.

10. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

10.1. Кратковременное хранение

Прибор допускает кратковременное (гарантийное) хранение в капитальном не отапливаемом и отапливаемом хранилищах в условиях:

для не отапливаемого хранилища:

температура воздуха от минус 40 °С до + 70 °С;

относительная влажность воздуха до 70 % при температуре +35 °С и ниже без конденсации влаги;

для отапливаемого хранилища:

температура воздуха от +5 °С до +40 °С;

относительная влажность воздуха до 80 % при температуре +25°С и ниже без конденсации влаги.

Срок кратковременного хранения до 12 месяцев.

10.2. Длительное хранение

Длительное хранение прибора осуществляется в капитальном отапливаемом хранилище в условиях:

температура воздуха от +5 °С до +40 °С;

относительная влажность воздуха до 80 % при температуре +25 °С и ниже без конденсации влаги.

Срок хранения прибора 10 лет.

В течение срока хранения прибор необходимо включать в сеть не реже одного раза в год для проверки работоспособности.

На период длительного хранения и транспортирования производится обязательна консервация прибора.

11. ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

11.1. Тара, упаковка и маркировка упаковки

Для обеспечения сохранности прибора при транспортировании применена укладочная коробка с амортизаторами из пенопласта.

Упаковка прибора производится в следующей последовательности:

1. коробку с комплектом комбинированным (ЗИП) уложить в отсек на дно укладочной коробки;
2. прибор поместить в полиэтиленовую упаковку, перевязать шпагатом и поместить в коробку;
3. эксплуатационную документацию поместить в полиэтиленовый пакет и уложить на прибор или между боковой стенкой коробки и прибором;
4. товаросопроводительную документацию в пакете поместить под крышку коробки;
5. обтянуть коробку пластиковой лентой и опломбировать;

11.2. Условия транспортирования

1. Транспортирование прибора в укладочной коробке производится всеми видами транспорта при температуре окружающего воздуха от минус 20 °С до плюс 60°С и относительной влажности до 95 % при температуре окружающей среды не более плюс 30°С.
2. При транспортировании самолетом прибор должен быть размещен в отапливаемом герметизированном отсеке.
3. При транспортировании должна быть предусмотрена защита от попадания атмосферных осадков и пыли. Не допускается кантование прибора.

12. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Изготовитель гарантирует соответствие параметров прибора данным, изложенным в разделе «Технические характеристики» при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации, технического обслуживания и хранения, указанных в настоящем Руководстве.

Гарантийный срок указан на сайте www.prist.ru и может быть изменен по условиям взаимной договоренности.

12.1. Срок службы

Срок службы средства измерения составляет (не менее) - **5 лет**

При средней интенсивности эксплуатации при соблюдении потребителем требований действующей эксплуатационной документации.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ :

Фирма «**Good Will Instrument Co. Ltd**» (GW Instek).

Адрес: No. 7-1, Jhongsing Road, Tucheng City, Taipei County, 23678, Taiwan, R.O.C.

Представитель в России (и Сервис-Центр):

Акционерное общество «Приборы, Сервис, Торговля», АО «ПриСТ»

111141, г. Москва, ул. Плеханова 15А

Тел. (495) 777-55-91, факс (495) 640-3023,

Электронная почта prist@prist.ru