

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Измерители цифровые комбинированные Е 051

Назначение средства измерений

Измерители цифровые комбинированные Е 051 (далее – измерители) предназначены для измерений:

- действующих (среднеквадратических) значений периодического напряжения;
- действующих (среднеквадратических) значений силы периодического тока;
- активной мощности и коэффициента мощности в цепях с периодическими токами и напряжениями;
- силы постоянного тока, напряжения и мощности постоянного тока.

Описание средства измерений

Принцип действия измерителя основан на преобразовании входного тока и напряжения, при помощи измерительного шунта и делителя напряжения, в нормированные значения тока и напряжения с последующим преобразованием их мгновенных значений в цифровой код. Действующие значения напряжения и тока измеряются путём вычисления среднеквадратичных значений входных сигналов за время интегрирования. Активная мощность вычисляется путём усреднения мгновенных значений мощности, равных произведению мгновенных значений тока и напряжения, за время интегрирования. Коэффициент мощности вычисляется как отношение значений активной мощности к полной мощности, равной произведению действующих значений тока и напряжения.

Измерительные цепи, цепи питания, управления и индикации, а также корпус измерителя гальванически развязаны.

Конструктивно измеритель выполнен в металлическом (пластмассовом) корпусе, состоящем из лицевой и задней панелей и кожуха типа «чулок». Конфигурация лицевой панели и кожуха зависит от варианта исполнения измерителя.

Электронная часть измерителя выполнена на печатных платах, соединённых между собой в конструкцию типа «этажерка». Электрическое соединение печатных плат между собой обеспечивается разъёмами, установленными на печатных платах. «Этажерка» печатных плат закрепляется на лицевой панели измерителя на шпильках. На лицевой панели измерителя размещены органы индикации и управления. Результаты измерений индицируются на 4-х разрядном дисплее. На задней панели измерителя размещены клемма заземления, сетевые предохранитель и разъём, а также в зависимости от варианта исполнения измерителя, разъём дистанционного управления и порт RS 232 или RS 485.

Измерители имеют 8 вариантов исполнения, которые отличаются друг от друга реализацией питания, применяемым для индикации результатов измерений, дисплеем и некоторыми конструктивными особенностями, относящимися к способу монтажа и крепления измерителя на месте эксплуатации. Для всех вариантов исполнения метрологические и основные технические характеристики остаются неизменными.

Программное обеспечение

Работа измерителей осуществляется под управлением встроенного программного обеспечения (ПО), которое отдельно от измерителей не функционирует. Встроенное ПО вычисляет непо-

средственный результат измерений. При этом аппаратная и программная части измерителя, работающая совместно, обеспечивают заявленные точности результатов измерений.

Метрологически значимая часть встроенного ПО каждого экземпляра измерителя содержит массивы (таблицы), учитывающие конструктивные особенности измерителей и измерительного тракта конкретного измерителя. С помощью этих таблиц осуществляется преобразование (в цифровую форму) мгновенных значений измеряемого тока и напряжения, одновременно поступающие с измерительного шунта и делителя напряжения. Каждый экземпляр встроенного ПО уникален и его цифровой идентификатор (контрольная сумма) для каждой модификации измерителя будет своим.

После изготовления измерителя доступ к встроенному ПО со стороны оператора и (или) других технических (программных) средств полностью исключён (производится активация встроенных средств защиты микропроцессоров — битов защиты). Защита программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений — уровень А по МИ 3286-2010.

Идентификацию встроенного ПО проводят считыванием идентификационного наименования ПО с дисплея измерителя согласно таблице.

Измеритель	Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения	Цифровой идентификатор программного обеспечения	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора
Е 051.101	Е 051.101	.101	1.07	-----	-----
Е 051.101А	Е 051.101А	.101А	1.07	-----	-----
Е 051.101Б	Е 051.101Б	.101Б	1.09	-----	-----
Е 051.102	Е 051.102	.102	1.07	-----	-----
Е 051.103	Е 051.103	.103	1.08	-----	-----
Е 051.121	Е 051.121	.121	2.10	-----	-----
Е 051.122	Е 051.122	.122	2.07	-----	-----
Е 051.123	Е 051.123	.123	2.08	-----	-----

Идентификационное наименование ПО появляется при включении измерителя, а номер версии при последующем нажатии кнопки «<<».

В комплект поставки измерителей модификации Е 051.101Б входит ПО УПМ-1, устанавливаемое на ПЭВМ. Данное ПО служит для накопления и последующей обработки технологической информации, принимаемой с измерителей. Передача информации осуществляется только в одном направлении — от измерителя к ЭВМ.

Технологическая информация содержит заводские номера деталей, год их изготовления, номер оператора, заключение оператора о результатах контроля и другие параметры, характеризующие процесс использования измерителей по их назначению.

ПО УПМ-1 не влияет на работу измерителя, не изменяет встроенное ПО измерителя. ПО УПМ-1 является метрологически незначимым.



Рисунок 1. Внешний вид измерителя. Стрелками указаны: 1 – место нанесения поверительного клейма в виде наклейки; 2 – место заводского пломбирования.

Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон частот измерений среднеквадратических значений силы периодического тока и периодического напряжения, Гц.	от 20 до 800
Диапазон измерений напряжения постоянного тока, В.	от 0 до 650
Диапазон измерений среднеквадратического значения периодического напряжения, В.	от 0 до 650
Диапазон измерений силы постоянного тока, А.	от 0 до 5
Диапазон измерений среднеквадратического значения силы периодического тока, А.	от 0 до 5
Диапазон измерений среднеквадратического значения силы периодического тока измерителями Е 051.101, Е 051.101А, Е 051.101Б, Е 051.102, Е 051.103 с применением измерительного трансформатора с коэффициентом трансформации от 1 до 600 отн.ед, А.	от 0 до 3000
Диапазон измерений активной мощности, Вт.	от 0 до 3250
Диапазон измерений активной мощности измерителями Е 051.101, Е 051.101А, Е 051.101Б, Е 051.102, Е 051.103 с помощью трансформаторов тока, соответствующих требованиям ГОСТ 7746—2001, кВт.	от 0 до 1950
Диапазон измерений коэффициента мощности, отн.ед.	от 0 до 1
Пределы d_U допускаемой основной относительной погрешности измерений постоянного напряжения, %.	$d_{U_0} = \pm \left[0,25 + 0,05 \left(\left \frac{U_k}{U} \right - 1 \right) \right],$ <p>где: U_k – верхний предел измерений напряжения, В; U – измеренное значение напряжения, В. ($U_k = 80$ В для постоянного напряжения от 0 до 80 В, $U_k = 650$ В для постоянного напряжения от 80 до 650 В).</p>

Наименование характеристики	Значение характеристики
<p>Пределы $d_{UП}$ допускаемой основной относительной погрешности измерений периодического напряжения в диапазоне частот от 20 до 800 Гц, %.</p>	$d_{UП} = \pm \left[0,25 + 0,05 \left(\left \frac{U_k}{U} \right - 1 \right) + 0,006 \left(\frac{800}{F} - 1 \right) \right],$ <p>где: U_k – верхний предел измерений напряжения, В; U – измеренное значение напряжения, В; F – частота измеряемого периодического напряжения, Гц. ($U_k = 80$ В для среднеквадратического значения периодического напряжения от 0 до 80 В, $U_k = 650$ В для среднеквадратического значения периодического напряжения от 80 до 650 В).</p>
<p>Пределы d_{I_0} допускаемой основной относительной погрешности измерений силы постоянного тока, %.</p>	$d_{I_0} = \pm \left[0,25 + 0,05 \left(\left \frac{I_k}{I} \right - 1 \right) \right],$ <p>где: I_k – верхний предел измерений силы тока, А; I – измеренное значение силы тока, А.</p>
<p>Пределы $d_{ИП}$ допускаемой основной относительной погрешности измерений периодического тока в диапазоне частот от 20 до 200 Гц, %.</p> <p>Пределы $d_{ИП}$ допускаемой основной относительной погрешности измерений периодического тока в диапазоне частот от 200 до 800 Гц, %.</p>	$d_I = \pm \left[0,25 + 0,05 \left(\left \frac{I_k}{I} \right - 1 \right) + 0,006 \left(\frac{800}{F} - 1 \right) \right]$ $d_I = \pm \left[0,25 + 0,05 \left(\left \frac{I_k}{I} \right - 1 \right) + (660 * 10^{-6} F - 0,108) \right]$ <p>где: I_k – верхний предел измерений периодического тока, А ($I_k = 5$ А); I – измеренное значение периодического тока, А; F – частота измеряемого периодического тока, Гц.</p>
<p>Пределы d_{P_0} допускаемой относительной погрешности измерений мощности в цепях с постоянным током и напряжением, %.</p>	$d_{P_0} = \pm (d_{ИП} + d_{UП} + 0,1)$
<p>Пределы d_P допускаемой относительной погрешности измерений активной мощности в цепях с периодическим током и напряжением, %.</p>	$d_P = \pm (d_{ИП} + d_{UП} + 0,5 + 0,03125 * F * (1 - K)),$ <p>где: F – частота измеряемого периодического тока и напряжения, Гц; K – измеренное значение коэффициента мощности.</p>

Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы Δ_j допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности в цепях с периодическим током и напряжением, отн.ед.	$\Delta_j = \pm(0,05 + 312,5 * 10^{-6} * F * (1 - K))$, где: F – частота измеряемого периодического тока и напряжения, Гц; K – измеренное значение коэффициента мощности.
Пределы допускаемой дополнительной погрешности, обусловленной отклонением температуры окружающего воздуха от нормальной до любого значения в пределах температур, соответствующих рабочим условиям применения, %.	$\pm 0,03$ основной погрешности на каждый 1°C.
Электропитание измерителей Е 051.101, Е 051.101А, Е 051.101Б, Е 051.102, Е 051.121, Е 051.122 (щитовое и настольное исполнения) — сеть переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц, мощность потребления от сети — не более 10 Вт.	
Электропитание измерителей Е 051.103, Е 051.123 (переносное исполнение) — встроенный источник постоянного тока, (никель металлгидридная (Ni-MH) аккумуляторная батарея), с номинальным напряжением 7,2 В и емкостью 1350 мА·ч, мощность потребления от аккумуляторной батареи — не более 1,3 Вт	
Продолжительность непрерывной работы в пределах температур, соответствующих рабочим условиям применения, ч, не менее	12
Средняя наработка на отказ, ч, не менее	3000
Установленный срок службы, лет	4
Масса измерителя, кг, не более:	
Е 051.101	1,4
Е 051.102	1,3
Е 51.103	1,0
Е 051.121 (122)	1,5
Е 051.123	1,2
Е 051.101А (101Б)	1,4
Габаритные размеры измерителя, мм, не более	
Е 051.101 (102)	200×140×60
Е 051.103	220×120×60
Е 051.121	200×200×100
Е 051.122 (123)	220×120×90
Е 051.101А (101Б)	200×140×60
Нормальные условия применения: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха, % - атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от плюс 15 до плюс 25 от 30 до 80 от 84 до 106 (от 630 до 795)
Рабочие условия применения (измерителей Е 051.101А, Е 051.101Б): - температура окружающего воздуха, °С	группа 5 по ГОСТ 22261-94 от минус 30 до плюс 50

Наименование характеристики	Значение характеристики
- относительная влажность воздуха, % - атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	90 при температуре плюс 30°С от 84 до 106,7 (от 630 до 800)
Рабочие условия применения (кроме измерителей Е 051.101А, Е 051.101Б): - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха, % - атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	группа 4 по ГОСТ 22261-94 от минус 10 до плюс 40 90 при температуре плюс 30°С от 84 до 106,7 (от 630 до 800)

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится печатным способом на титульных листах формуляра и руководства по эксплуатации и методом наклейки этикетки на лицевую поверхность измерителя.

Комплектность средства измерений

Наименование изделия	Обозначение	Количество
Измеритель комбинированный цифровой Е 051.101		
1. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.101	МКИЯ.422167.101	1
2. Розетка РС 10 ТВ с кожухом		1
3. Розетка РС 4 ТВ с кожухом		1
4. Розетка 2 РМД18КПН4Г5В1		1
5. Вставка плавкая ВП1-1-1А F		2
6. Транспортная тара	Е 051.101/Я1	1
7. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.101. Руководство по эксплуатации	МКИЯ.422167.101 РЭ	1
8. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.101. Формуляр	МКИЯ.422167.101 ФО	1
9. Измеритель комбинированный цифровой Е 051. Методика поверки		1
Измеритель комбинированный цифровой Е 051.101А		
1. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.101А	МКИЯ.422167.101А	1
2. Розетка РС 10 ТВ с кожухом		1
3. Розетка РС 4 ТВ с кожухом		1
4. Розетка 2 РМД18КПН4Г5В1		1
5. Вставка плавкая ВП1-1-1А F		2
6. Транспортная тара	Е 051.102/Я1	1
7. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.101А. Руководство по эксплуатации	МКИЯ.422167.101А РЭ	1
8. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.101А. Формуляр	МКИЯ.422167.101А ФО	1
9. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.		1

Наименование изделия	Обозначение	Количество
Методика поверки		
Измеритель комбинированный цифровой Е 051.101Б		
1. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.101Б	МКИЯ.422167.101Б	1
2. Розетка РС 10 ТВ с кожухом		1
3. Розетка РС 4 ТВ с кожухом		1
4. Розетка 2 РМД18КПН4Г5В1		1
5. Вставка плавкая ВП1-1-1А F		2
6. Шнур питания		1
7. Жгут для IBM		1
8. Компакт-диск «Пакет программ УПМ-1»		1
9. Пакет программ УПМ-1. Руководство по эксплуатации		1
10. Транспортная тара	Е 051.101Б/Я1	1
11. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.101Б. Руководство по эксплуатации	МКИЯ.422167.101Б РЭ	1
12. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.101Б. Формуляр	МКИЯ.422167.101Б ФО	1
13. Измеритель комбинированный цифровой Е 051. Методика поверки		1
Измеритель комбинированный цифровой Е 051.102		
1. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.102	МКИЯ.422167.102	1
2. Провод соединительный со щупом и изолированным зажимом		2
3. Провод соединительный с переходником и насадкой		4
4. Шнур питания		1
5. Вставка плавкая ВП2Б-1-1А F		2
6. Транспортная тара	Е 051.101А/Я1	1
7. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.102. Руководство по эксплуатации	МКИЯ.422167.102 РЭ	1
8. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.102. Формуляр	МКИЯ.422167.102 ФО	1
9. Измеритель комбинированный цифровой Е 051. Методика поверки		1
Измеритель комбинированный цифровой Е 051.103		
1. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.103	МКИЯ.422167.103	1
2. Провод соединительный со щупом и изолированным зажимом		2
3. Шнур соединительный		1
4. Провод соединительный с переходником и насадкой		4
5. Станция зарядная СЗ 120.1		1*
6. Транспортная тара	Е 051.103/Я1	1
7. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.103. Руководство по эксплуатации	МКИЯ.422167.103 РЭ	1
8. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.103.	МКИЯ.422167.103 ФО	1

Наименование изделия	Обозначение	Количество
Формуляр		
9. Измеритель комбинированный цифровой Е 051. Методика поверки		1
Измеритель комбинированный цифровой Е 051.121		
1. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.121	МКИЯ.422167.121	1
2. Розетка РС 10 ТВ с кожухом		1
3. Розетка РС 4 ТВ с кожухом		1
4. Розетка 2 РМД18КПН4Г5В1		1
5. Шнур питания		1
6. Вставка плавкая ВП2Б-1-1А F		2
7. Транспортная тара	Е 051.121/Я1	1
8. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.121. Руководство по эксплуатации	МКИЯ.422167.121 РЭ	1
9. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.121. Формуляр	МКИЯ.422167.121 ФО	1
10. Измеритель комбинированный цифровой Е 051. Методика поверки		1
Измеритель комбинированный цифровой Е 051.122		
1. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.122	МКИЯ.422167.122	1
2. Провод соединительный со щупом и изолированным зажимом		2
3. Провод соединительный с переходником и насадкой		4
4. Шнур питания		1
5. Вставка плавкая ВП2Б-1-1А F		2
6. Транспортная тара	Е 051.122/Я1	1
7. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.122. Руководство по эксплуатации	МКИЯ.422167.122 РЭ	1
8. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.122. Формуляр	МКИЯ.422167.122 ФО	1
9. Измеритель комбинированный цифровой Е 051. Методика поверки		1
Измеритель комбинированный цифровой Е 051.123		
1. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.123	МКИЯ.422167.123	1
2. Провод соединительный со щупом и изолированным зажимом		2
3. Провод соединительный с переходником и насадкой		4
4. Шнур питания		1
5. Батарея аккумуляторная (в составе измерителя)	МБА 2-7,2-1350	1
6. Транспортная тара	Е 051.123/Я1	1
7. Батареи аккумуляторные перезаряжаемые никель-металлогидридные. Руководство по эксплуатации	МБА РЭ	1
8. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.123. Руководство по эксплуатации	МКИЯ.422167.123 РЭ	1
9. Измеритель комбинированный цифровой Е 051.123. Формуляр	МКИЯ.422167.123 ФО	1

Наименование изделия	Обозначение	Количество
10. Измеритель комбинированный цифровой Е 051. Методика поверки		1

*Поставляется по отдельному заказу.

Поверка

осуществляется по документу "Измерители цифровые комбинированные Е 051. Методика поверки", утвержденному ГЦИ СИ ФБУ «УРАЛТЕСТ» 30 марта 2012 г.

Перечень эталонов, применяемых при поверке:

- калибратор универсальный Н4-7,

основная относительная погрешность воспроизведения силы постоянного тока на пределе 2000 мА не более $\pm(0,01 \cdot X_x + 0,001 \cdot X_k)$, %, на пределе 20 А не более $\pm(0,025 \cdot X_x + 0,0025 \cdot X_k)$, %, где X_k - верхний предел установленного диапазона воспроизведения тока, X_x - значение воспроизводимого тока;

основная относительная погрешность воспроизведения среднеквадратических значений силы переменного тока на пределе 2000 мА в диапазоне частот от 0,1 до 200 Гц не более $\pm(0,025 \cdot X_x + 0,0025 \cdot X_k)$, %, в диапазоне частот от 300 до 1000 Гц не более $\pm(0,06 \cdot I_x + 0,006 \cdot I_k)$, %, на пределе 20 А в диапазоне частот от 0,1 до 200 Гц не более $\pm(0,03 \cdot X_x + 0,005 \cdot X_k)$, %, в диапазоне частот от 300 до 1000 Гц не более $\pm(0,05 \cdot X_x + 0,005 \cdot X_k)$, %, где X_k - верхний предел установленного диапазона воспроизведения тока, X_x - значение воспроизводимого тока;

основная относительная погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока на пределе 200 В не более $\pm(0,0025 \cdot X_x + 0,00025 \cdot X_k)$, %, на пределе 1000 В не более $\pm(0,0035 \cdot X_x + 0,0004 \cdot X_k)$, %, где X_k - верхний предел установленного диапазона воспроизведения напряжения, X_x - значение воспроизводимого напряжения;

основная относительная погрешность измерений среднеквадратических значений напряжения переменного тока на пределе 200 В в диапазоне частот от 0,1 до 20000 Гц не более $\pm(0,01 \cdot X_x + 0,001 \cdot X_k)$, %, на пределе 1000 В в диапазоне частот от 0,1 до 1000 Гц не более $\pm(0,015 \cdot X_x + 0,001 \cdot X_k)$, %, где X_k - верхний предел установленного диапазона воспроизведения напряжения, X_x - значение воспроизводимого напряжения;

- измеритель разности фаз Ф2-34, диапазон частот от 0,5 до 5·10⁶ Гц, диапазон измерений углов фазового сдвига от 0 до 360 градусов, погрешность измерений $\pm 0,05 - 0,10$ градусов.

Сведения о методиках (методах) измерений

1 МКИЯ.422167.122 РЭ "Измеритель комбинированный цифровой Е 051.122. Руководство по эксплуатации".

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к измерителям цифровым комбинированным Е 051

1 ТУ 4221-046-20883295-2004 "Измерители цифровые комбинированные Е 051. Технические условия"

2 ГОСТ 8.022-91 ГСИ. «Государственный поверочный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне $1 \cdot 10^{-16} \dots 30 \text{ А}$ »

3 МИ 1940-88 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений силы переменного электрического тока $1 \cdot 10^{-8} \dots 25 \text{ А}$ в диапазоне частот $20 \dots 1 \cdot 10^6 \text{ Гц}$.

4 ГОСТ 8.027-01 ГСИ. «Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»

5 ГОСТ 8.648-08 ГСИ. «Государственная поверочная схема для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот $1 \cdot 10^{-2} \dots 2 \cdot 10^9 \text{ Гц}$ »

6 ГОСТ 8.551-86 ГСИ. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений электрической мощности и коэффициента мощности в диапазоне частот $40 \dots 20000 \text{ Гц}$.

7 МП 62-262-2012 " Измерители цифровые комбинированные Е 051. Методика поверки" (утверждена ГЦИ СИ ФБУ «УРАЛТЕСТ» 30 марта 2012 г.)

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

Вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью "МИКРОАКУСТИКА"
(ООО "МИКРОАКУСТИКА")

Юридический адрес: 620027, г. Екатеринбург, ул. Челюскинцев, 15

Почтовый адрес: 620041, г. Екатеринбург, ул. Уральская, 27

телефон (343) 389-03-10, 341-63-11, факс (343) 389-03-10

e-mail: akustika@etel.ru

www.mikroakustika.ru

Испытательный центр

ГЦИ СИ ФБУ «УРАЛТЕСТ»

620990, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, д.2а

тел./факс (343) 350-25-83, 350-40-81 e-mail: uraltest@uraltest.ru

регистрационный №30058-08, срок действия до 01.12.2013

Заместитель Руководителя Федерального
агентства по техническому регулированию
и метрологии

Е.Р. Петросян

М.п.

«_____» _____ 2012 г.