

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Анализаторы качества электрической энергии МІ 2792А

Назначение средства измерений

Анализаторы качества электрической энергии МІ 2792А (далее – анализаторы) предназначены для измерения и анализа показателей качества электрической энергии (ПКЭ).

Описание средства измерений

Анализаторы представляют собой многофункциональные переносные цифровые электроизмерительные приборы, позволяющие проводить измерения в однофазных и трехфазных электрических сетях.

Принцип действия анализаторов заключается в аналого-цифровом преобразовании входных аналоговых сигналов с помощью АЦП, последующей математической обработкой измеренных величин и отображении результатов на жидкокристаллическом дисплее. Приборы измеряют напряжение и силу переменного тока, частоту. Остальные параметры получают их цифровой обработкой. Перечень ПКЭ, измеряемых и вычисляемых приборами на основе математических алгоритмов, приведен в таблице 1.

Основные режимы работы приборов: измерения (METER), осциллограф (SCOPE), регистрация результатов наблюдений (LOGGER).

Основные узлы анализаторов: входные первичные преобразователи тока и напряжения, модули АЦП, блок питания, микропроцессор, ЖК-дисплей, клавиатура.

Управление процессом измерения и вывода данных осуществляется при помощи встроенного микропроцессора посредством системы меню. Приборы размещены в пластмассовом корпусе, на котором расположены панель оператора и разъемы для подключения к измеряемой цепи. Панель оператора состоит из графического ЖК-дисплея и клавиатуры. Клавиатура служит для включения и выключения прибора, выбора режима измерений, выбора специальных функций при измерениях. Процесс измерения отображается на жидкокристаллическом дисплее в виде цифровых значений результатов измерений, графиков, гистограмм, индикаторов режимов измерений, индикаторов единиц измерений и предупреждающих индикаторов.



На верхней торцевой панели расположены разъемы для подключения к объекту измерений. На правой боковой панели расположены разъемы для подключения внешнего источника электропитания, разъемы RS-232 и USB для подключения к персональному компьютеру. На нижней поверхности прибора находится батарейный отсек, закрытый крышкой.

Приборы имеют встроенную память для хранения результатов измерений. Сохраненные результаты могут быть переданы в персональный компьютер (ПК) через интерфейсы RS-232 и USB.

Для привязки результатов измерения ко времени приборы оснащены внутренними часами и календарем.

Питание электронных узлов измерителей производится от размещенных внутри корпуса гальванических элементов либо аккумуляторов размера АА.

Таблица 1 – Перечень ПКЭ, измеряемых и вычисляемых анализаторами

ПКЭ	MI 2792A
Среднеквадратическое значение напряжения	+
Среднеквадратическое значение напряжения, обновляемое для каждого полупериода	+
Среднеквадратическое значение силы тока	+
Среднеквадратическое значение силы тока, обновляемое для каждого полупериода	+
Частота	+
Нестабильность частоты	+
Перенапряжение	+
Провал напряжения	+
Прерывание напряжения	+
Пусковой ток	+
Активная мощность	+
Реактивная мощность	+
Полная мощность	+
Коэффициент мощности	+
Активная энергия	+
Реактивная энергия	+
Полная энергия	+
Несимметрия напряжений	+
Несимметрия токов	+
Кратковременная доза фликера	+
Длительная доза фликера	+
Гармонические составляющие напряжения	+
Гармонические составляющие тока	+
Интергармонические составляющие напряжения и тока	+
Суммарный коэффициент нелинейных искажений (THD)	+

Примечание: «+» - функция присутствует.

Программное обеспечение

Анализаторы имеют встроенное и внешнее программное обеспечение (ПО). Их характеристики приведены в таблице 2.

Встроенное ПО (микропрограмма) – внутренняя программа микропроцессора для обеспечения нормального функционирования прибора, управления интерфейсом. Оно реализовано аппаратно и является метрологически значимым. Метрологические

характеристики приборов нормированы с учетом влияния ПО. Микропрограмма заносится в программируемое постоянное запоминающее устройство (ППЗУ) измерителей предприятием-изготовителем и не доступна для пользователя.

Внешнее ПО (PowerView) позволяет выполнять загрузку данных на ПК, просмотр, анализ и печать полученных результатов. ПО не является метрологически значимым.

Таблица 2 – Характеристики программного обеспечения (ПО)

Тип прибора	Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
MI 2792A	Встроенное	Микропрограмма PowerQ4 Plus	Не ниже 10.0.	–	–
	Внешнее	PowerView, 32 bit	Не ниже 2.0.0.953	–	–
		PowerView, 64 bit	Не ниже 2.0.0.953	–	–

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «А» в соответствии с МИ 3286-2010.

Метрологические и технические характеристики

Таблица 3 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения напряжения переменного тока (фазное напряжение)

Номинальное напряжение	Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность измерения
От 50 до 110 В	От 5,00 до 99,99 В	0,01 В	$\pm 0,001U_{ном.}$
	От 100,0 до 160,0	0,1 В	
От 110 до 240 В	От 11,00 до 99,99 В	0,01 В	
	От 100,0 до 360,0	0,1 В	
От 240 до 1000 В	От 24,0 до 999,9 В	0,1 В	
	От 1000 до 1500 В	1 В	

где $U_{ном.}$ – номинальное значение напряжения.

Таблица 4 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения напряжения переменного тока (фазное напряжение, среднеквадратическое значение, обновляемое для каждого полупериода)

Номинальное напряжение	Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность измерения
От 50 до 110 В	От 5,00 до 99,99 В	0,01 В	$\pm 0,002U_{ном.}$
	От 100,0 до 160,0	0,1 В	
От 110 до 240 В	От 11,00 до 99,99 В	0,01 В	
	От 100,0 до 360,0	0,1 В	
От 240 до 1000 В	От 24,0 до 999,9 В	0,1 В	
	От 1000 до 1500 В	1 В	

где $U_{ном.}$ – номинальное значение напряжения.

Таблица 5 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения напряжения переменного тока (линейное напряжение)

Номинальное напряжение	Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность измерения
От 86 до 190 В	От 8,00 до 99,99 В	0,01 В	$\pm 0,005U_{ном.}$
	От 100,0 до 260,0	0,1 В	
От 190 до 415 В	От 19,00 до 99,99 В	0,01 В	

Номинальное напряжение	Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность измерения
	От 100,0 до 622,0	0,1 В	
От 415 до 1730 В	От 41,5 до 999,9 В	0,1 В	
	От 1000 до 2600 В	1 В	

где $U_{ном.}$ – номинальное значение напряжения.

Таблица 6 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения напряжения переменного тока (линейное напряжение, среднеквадратическое значение, обновляемое для каждого полупериода)

Номинальное напряжение	Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность измерения
От 86 до 190 В	От 8,00 до 99,99 В	0,01 В	$\pm 0,005U_{ном.}$
	От 100,0 до 260,0	0,1 В	
От 190 до 415 В	От 19,00 до 99,99 В	0,01 В	
	От 100,0 до 622,0	0,1 В	
От 415 до 1730 В	От 41,5 до 999,9 В	0,1 В	
	От 1000 до 2600 В	1 В	

где $U_{ном.}$ – номинальное значение напряжения.

Таблица 7 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения силы переменного тока

Токовые клещи		Диапазон измерений	Погрешность измерения
Тип	Предел измерения		
А 1281	1000 А	От 100 до 1200 А	$\pm 0,004X_{изм.}$
	100 А	От 10 до 175 А	$\pm 0,004X_{изм.}$
	5 А	От 0,5 до 10 А	$\pm 0,004X_{изм.}$
	0,5 А	От 0,05 до 1 А	$\pm 0,004X_{изм.}$
А 1227	3000 А	От 300 до 6000 А	$\pm 0,015X_{изм.}$
	300 А	От 30 до 600 А	$\pm 0,015X_{изм.}$
	30 А	От 3 до 60 А	$\pm 0,015X_{изм.}$
А 1033	1000 А	От 20 до 1000 А	$\pm 0,013X_{изм.}$
А 1122	5 А	От 0,1 до 5 А	$\pm 0,013X_{изм.}$

где $X_{изм.}$ – измеренное значение величины.

Таблица 8 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения частоты

Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность измерения
От 10,000 до 70,000 Гц	0,002 Гц	$\pm 0,01$ Гц

где $X_{изм.}$ – измеренное значение величины.

Таблица 9 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения фликера

Тип фликера	Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность измерения*
Кратковременная доза фликера	От 0,4 до 4	0,001	$\pm 0,05X_{изм.}$
Длительная доза фликера	От 0,4 до 4	0,001	$\pm 0,05X_{изм.}$

где $X_{изм.}$ – измеренное значение величины.

* – гарантирована только в диапазоне частот от 49 до 51 Гц.

Таблица 10 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения активной мощности, реактивной мощности, полной мощности

Токовые клещи		Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность измерения
Активная мощность P^*	С гибкими клещами А 1227 (3000 А)	От 0,000 до 999,9 кВт	4 е.м.р.	$\pm 0,018X_{\text{изм.}}$
	С клещами А 1281 (100 А)	От 0,000 до 999,9 кВт		$\pm 0,008X_{\text{изм.}}$
	С клещами А 1033 (1000 А)	От 0,000 до 999,9 кВт		$\pm 0,016X_{\text{изм.}}$
Реактивная мощность Q^{**}	С гибкими клещами А 1227 (3000 А)	От 0,000 до 999,9 кВ·А	4 е.м.р.	$\pm 0,018X_{\text{изм.}}$
	С клещами А 1281 (100 А)	От 0,000 до 999,9 кВ·А		$\pm 0,008X_{\text{изм.}}$
	С клещами А 1033 (1000 А)	От 0,000 до 999,9 кВ·А		$\pm 0,016X_{\text{изм.}}$
Полная мощность S^{***}	С гибкими клещами А 1227 (3000 А)	От 0,000 до 999,9 квар	4 е.м.р.	$\pm 0,018X_{\text{изм.}}$
	С клещами А 1281 (100 А)	От 0,000 до 999,9 квар		$\pm 0,008X_{\text{изм.}}$
	С клещами А 1033 (1000 А)	От 0,000 до 999,9 квар		$\pm 0,016X_{\text{изм.}}$

где $X_{\text{изм.}}$ – измеренное значение величины;

е.м.р. – единица младшего разряда;

* – Погрешность действительна если коэффициент мощности больше или равен 0,8, значение измеряемого тока составляет не менее 10 % от конечного значения диапазона измерений, а значение напряжения составляет не менее 80 % от конечного значения диапазона измерений.

, * – Погрешность действительна если коэффициент мощности больше или равен 0,5, значение измеряемого тока составляет не менее 10 % от конечного значения диапазона измерений, а значение напряжения составляет не менее 80 % от конечного значения диапазона измерений.

Таблица 11 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения коэффициента мощности ($\cos \varphi$)

Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность измерения
от 0 до 1	0,01	$\pm 0,02$ абсолютная

Таблица 12 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения активной энергии, реактивной энергии, полной энергии

Токовые клещи		Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность измерения
Активная энергия P^*	С гибкими клещами А 1227 (3000 А)	От 1 Вт·ч до 9 ГВт·ч	12 е.м.р.	$\pm 0,018X_{\text{изм.}}$
	С клещами А 1281 (100 А)	От 1 Вт·ч до 9 ГВт·ч		$\pm 0,008X_{\text{изм.}}$

Токовые клещи		Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность измерения
	С клещами А 1033 (1000 А)	От 1 Вт·ч до 9 ГВт·ч		$\pm 0,016X_{\text{изм.}}$
Реактивная энергия Q^{**}	С гибкими клещами А 1227 (3000 А)	От 1 вар·ч до 9 Гвар·ч	12 е.м.р.	$\pm 0,018X_{\text{изм.}}$
	С клещами А 1281 (100 А)	От 1 вар·ч до 9 Гвар·ч		$\pm 0,008X_{\text{изм.}}$
	С клещами А 1033 (1000 А)	От 1 вар·ч до 9 Гвар·ч		$\pm 0,016X_{\text{изм.}}$
Полная энергия S^{***}	С гибкими клещами А 1227 (3000 А)	От 1 В·А·ч до 9 ГВ·А·ч	12 е.м.р.	$\pm 0,018X_{\text{изм.}}$
	С клещами А 1281 (100 А)	От 1 В·А·ч до 9 ГВ·А·ч		$\pm 0,008X_{\text{изм.}}$
	С клещами А 1033 (1000 А)	От 1 В·А·ч до 9 ГВ·А·ч		$\pm 0,016X_{\text{изм.}}$

где Хизм. – измеренное значение величины;

е.м.р. – единица младшего разряда;

* – Погрешность действительна если коэффициент мощности больше или равен 0,8, значение измеряемого тока составляет не менее 10 % от конечного значения диапазона измерений, а значение напряжения составляет не менее 80 % от конечного значения диапазона измерений.

, * – Погрешность действительна если коэффициент мощности больше или равен 0,5, значение измеряемого тока составляет не менее 10 % от конечного значения диапазона измерений, а значение напряжения составляет не менее 80 % от конечного значения диапазона измерений.

Таблица 13 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения уровня гармонических составляющих напряжения

Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность измерения
$U_{h_n} < 0,01U_N$	0,01	$\pm 0,0005U_N$
$0,01U_N < U_{h_n} < 0,2U_N$	0,01	$\pm 0,05U_{h_n}$

где: U_N – номинальное напряжение;

U_{h_n} – напряжение измеренной гармоники h_n ;

n – номер гармоники от 1-й до 50-й.

Таблица 14 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения уровня гармонических составляющих тока

Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность измерения
$I_{h_n} < 0,1I_N$	0,01	$\pm 0,0015I_N$
$0,1I_N < I_{h_n} < I_N$	0,01	$\pm 0,05I_{h_n}$

где: I_N – номинальный ток;

I_{h_n} – сила тока измеренной гармоники h_n ;

n – номер гармоники от 1-й до 50-й.

Таблица 15 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения уровня интергармонических составляющих напряжения

Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность измерения
$U_{h_n} < 0,01U_N$	0,01	$\pm 0,0005U_N$
$0,01U_N < U_{h_n} < 0,2U_N$	0,01	$\pm 0,05U_{h_n}$

где: U_N – номинальное напряжение;
 U_{h_n} – напряжение измеренной интергармоники h_n ;
 n – номер интергармоники от 1-й до 50-й.

Таблица 16 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения уровня интергармонических составляющих тока

Диапазон измерений	Разрешение	Погрешность измерения
$I_{h_n} < 0,1I_N$	0,01	$\pm 0,0015I_N$
$0,1I_N < I_{h_n} < I_N$	0,01	$\pm 0,05I_{h_n}$

где: I_N – номинальный ток;
 I_{h_n} – сила тока измеренной интергармоники h_n ;
 n – номер интергармоники от 1-й до 50-й.

Таблица 17 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения временных перенапряжений и провалов

Диапазон измерений	Погрешность измерения
От 5 до 1500 В	$\pm 0,1X_{\text{изм.}}$

где $X_{\text{изм.}}$ – измеренное значение величины.

Таблица 18 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения и прерываний напряжения

Диапазон измерений	Погрешность измерения
От 0 до 100 В	$\pm 0,05X_{\text{изм.}}$

Таблица 19 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения времени

Диапазон измерений	Погрешность измерения
От 0 до 23 ч. 59 мин	$\pm 0,3$ с/сутки

Таблица 20 – Основные технические характеристики анализаторов MI 2792A

Характеристика	Значение
Температурный коэффициент	0,00006/°C
Число каналов измерения напряжения	4
Число каналов измерения тока	4
Интервал измерений	1 с, 2 с, 5 с, 10 с, 15 с, 30 с, 1 мин, 2 мин, 5 мин, 10 мин, 15 мин, 30 мин, 1 час, 2 часа
Электрическое питание	6 перезаряжаемых аккумуляторных батарей напряжением 1,2 В типа АА или внешний адаптер сетевого питания с выходным напряжением 12 В.
Габаритные размеры, мм, (длина×ширина×высота)	220×115×90
Масса, кг	0,65
Температура окружающего воздуха	От – 10 до + 50 °C
Относительная влажность	До 95 % при температуре от 0 до + 40 °C

Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится методом трафаретной печати со слоем защитного покрытия на лицевую панель приборов и типографским способом на титульный лист руководства по эксплуатации.

Комплектность средства измерений

Таблица 21 – Комплектность (стандартная поставка)

Наименование	Количество
Анализатор MI 2792A	1 шт.
Токовые клещи А 1227	4 шт.
Датчик температуры А 1354	1 шт.
Измерительный наконечник (красный)	5 шт.
Измерительный наконечник (черный)	1 шт.
Зажим типа «крокодил»	5 шт.
Измерительный кабель	5 шт.
Приемник GPS	1 шт.
Кабель RS-232	1 шт.
Кабель USB	1 шт.
Адаптер сетевого питания	1 шт.
NiMh аккумуляторные батареи 1,2 В	6 шт.
Мягкая сумка для переноски	1 шт.
CD-диск с технической документацией и программным обеспечением	1 шт.
Руководство по эксплуатации	1 экз.
Методика поверки	1 экз.

Таблица 22 – Комплектность (опциональная поставка)

Наименование	Количество
Сумка для переноски малая А 1020	1 шт.
Токовые клещи (модель по заказу)	по заказу
Предохранитель	3 шт.
Плоский зажим	4 шт.
Модем GPS	1 шт.

Поверка

осуществляется по ГОСТ Р 8.656-2009 ГСИ. Средства измерений показателей качества электрической энергии. Методика поверки и документу «Анализаторы качества электрической энергии MI 2792. Методика поверки», утвержденному ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» в январе 2013 г.

Средства поверки: калибратор переменного тока «Ресурс-К2» (кл. т. 0,05/0,01), калибратор универсальный Fluke 9100 ($\pm 0,06\%$), трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.5 (кл. т. 0,05), амперметр Д5017 (кл. т. 0,2), радиочасы РЧ-011/2 (± 10 мс).

Сведения о методиках (методах) измерений

Сведения о методиках (методах) измерений приведены в руководстве по эксплуатации.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к анализаторам качества электрической энергии МІ 2792А

1. ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
2. ГОСТ Р 51317.4.7-2008 Совместимость технических средств электромагнитная. Общие руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств.
3. ГОСТ Р 51317.4.30-2008 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии.
4. ГОСТ Р 8.655-2009 ГСИ. Средства измерений показателей качества электрической энергии. Общие технические требования.
5. ГОСТ Р 8.689-2009 ГСИ. Средства измерений показателей качества электрической энергии. Методы испытаний.
6. ГОСТ Р 8.656-2009 ГСИ. Средства измерений показателей качества электрической энергии. Методика поверки.
7. Техническая документация фирмы «METREL d.d.», Словения.

Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

- «выполнении работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям».

Изготовитель

Фирма «METREL d.d.», Словения.
Адрес: Ljubljanska cesta 77, SI-1354, Horjul, Slovenija.
Тел.: + (386) 1 755 82 00 Факс: + (386) 1 754 90 95.
Web-сайт: <http://www.metrel.si>

Испытательный центр

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС»).

Юридический адрес: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д. 46.
Тел. 8 (495) 437 55 77; Факс 8 (495) 437 56 66; E-mail: office@vniims.ru.
Номер аттестата аккредитации 30004-08 от 27.06.2008 г.

Заместитель Руководителя Федерального агентства
по техническому регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

« » 2013 г.