

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Анализаторы качества электрической энергии МІ 2792

#### Назначение средства измерений

Анализаторы качества электрической энергии МІ 2792 (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 AA.

Таблица 1 – Перечень ПКЭ, измеряемых и вычисляемых анализаторами

| ПКЭ                                                                           | MI 2792 |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 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 2792     | Встроенное      | Микропрограмма PowerQ4 Plus       | 11.0.640                                  | ccc872bd2c97ef5cde8772c9e6bfb6db                                | md5                                             |
|             | Внешнее         | PowerView, 32 bit                 | 2.0.0.903                                 | 05cdd5741a2fd34bf3bbca9dabaa35db                                | md5                                             |
|             |                 | PowerView, 64 bit                 | 2.0.0.903                                 | d52dcf66589e4029d5cc43e6ec9cc74e                                | md5                                             |

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

### Метрологические и технические характеристики

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

| Диапазон измерений | Разрешение | Погрешность измерения |
|--------------------|------------|-----------------------|
| От 20 до 150 В     | 0,01 В     | ± 0,002Хизм.          |
| От 50 до 360 В     | 0,1 В      |                       |
| От 200 до 1500 В   |            |                       |

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

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

| Диапазон измерений | Разрешение | Погрешность измерения      |
|--------------------|------------|----------------------------|
| От 20 до 150 В     | 0,01 В     | $\pm 0,005X_{\text{изм.}}$ |
| От 50 до 360 В     |            |                            |
| От 200 до 1500 В   |            |                            |

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

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

| Диапазон измерений | Разрешение | Погрешность измерения       |
|--------------------|------------|-----------------------------|
| От 20 до 260 В     | 0,1 В      | $\pm 0,0025X_{\text{изм.}}$ |
| От 47 до 622 В     |            |                             |
| От 346 до 2600 В   |            |                             |

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

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

| Диапазон измерений | Разрешение | Погрешность измерения      |
|--------------------|------------|----------------------------|
| От 20 до 260 В     | 0,01 В     | $\pm 0,005X_{\text{изм.}}$ |
| От 47 до 622 В     |            |                            |
| От 346 до 2600 В   |            |                            |

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

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   | $\pm 0,014X_{\text{изм.}}$ |
|               | 100 А            | От 10 до 175 А     | $\pm 0,004X_{\text{изм.}}$ |
|               | 5 А              | От 0,5 до 10 А     | $\pm 0,004X_{\text{изм.}}$ |
|               | 0,5 А            | От 0,05 до 1 А     | $\pm 0,004X_{\text{изм.}}$ |
| А 1227        | 3000 А           | От 300 до 6000 А   | $\pm 0,015X_{\text{изм.}}$ |
|               | 300 А            | От 30 до 600 А     | $\pm 0,015X_{\text{изм.}}$ |
|               | 30 А             | От 3 до 60 А       | $\pm 0,015X_{\text{изм.}}$ |
| А 1033        | 1000 А           | От 20 до 1000 А    | $\pm 0,013X_{\text{изм.}}$ |
| А 1122        | 5 А              | От 0,1 до 5 А      | $\pm 0,013X_{\text{изм.}}$ |

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

Таблица 8 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения частоты

| Диапазон измерений   | Разрешение | Погрешность измерения |
|----------------------|------------|-----------------------|
| От 10,00 до 70,00 Гц | 0,002 Гц   | $\pm 0,01$ Гц         |

где  $X_{\text{изм.}}$  – 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      | $\pm 0,05X_{\text{изм.}}$ |
| Длительная доза фликера      | От 0,4 до 4        | 0,001      | $\pm 0,05X_{\text{изм.}}$ |

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

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

Таблица 10 – Основные метрологические характеристики анализаторов в режиме измерения активной мощности, полной мощности, реактивной 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, полной энергии, реактивной 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.  | $\pm 0,018 \text{Хизм.}$ |
|                             | С клещами А 1281 (100 А)          | От 1 Вт·ч до 9 ГВт·ч   |            | $\pm 0,008 \text{Хизм.}$ |
|                             | С клещами А 1033 (1000 А)         | От 1 Вт·ч до 9 ГВт·ч   |            | $\pm 0,016 \text{Хизм.}$ |
| Реактивная энергия $Q^{**}$ | С гибкими клещами А 1227 (3000 А) | От 1 вар·ч до 9 Гвар·ч | 12 е.м.р.  | $\pm 0,018 \text{Хизм.}$ |
|                             | С клещами А 1281 (100 А)          | От 1 вар·ч до 9 Гвар·ч |            | $\pm 0,008 \text{Хизм.}$ |
|                             | С клещами А 1033 (1000 А)         | От 1 вар·ч до 9 Гвар·ч |            | $\pm 0,016 \text{Хизм.}$ |
| Полная энергия $S^{***}$    | С гибкими клещами А 1227 (3000 А) | От 1 В·А·ч до 9 ГВ·А·ч | 12 е.м.р.  | $\pm 0,018 \text{Хизм.}$ |
|                             | С клещами А 1281 (100 А)          | От 1 В·А·ч до 9 ГВ·А·ч |            | $\pm 0,008 \text{Хизм.}$ |
|                             | С клещами А 1033 (1000 А)         | От 1 В·А·ч до 9 ГВ·А·ч |            | $\pm 0,016 \text{Хизм.}$ |

где  $\text{Хизм.}$  – 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 |
|------------------------------|------------|-----------------------|
| $U_{h_n} < 0,03U_N$          | 0,01       | $\pm 0,0015U_N$       |
| $0,03U_N < U_{h_n} < 0,2U_N$ | 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 |
|------------------------------|------------|-----------------------|
| $U_{h_n} < 0,03U_N$          | 0,01       | $\pm 0,0015U_N$       |
| $0,03U_N < U_{h_n} < 0,2U_N$ | 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     | $\pm 0,05X_{\text{изм.}}$ |

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 МІ 2792

| Характеристика                                | Значение                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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                                                                                                                                |

| Характеристика                  | Значение                                |
|---------------------------------|-----------------------------------------|
| Температура окружающего воздуха | От – 10 до + 50 °С                      |
| Относительная влажность         | До 95 % при температуре от 0 до + 40 °С |

### 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 2792                                             | 1 шт.      |
| Токовые клещи А 1227                                           | 4 шт.      |
| Измерительный кабель                                           | 5 шт.      |
| Зажим типа «крокодил»                                          | 5 шт.      |
| Измерительный наконечник                                       | 4 шт.      |
| Кабель RS-232                                                  | 1 шт.      |
| Кабель USB                                                     | 1 шт.      |
| CD-диск с технической документацией и программным обеспечением | 1 шт.      |
| Адаптер сетевого питания                                       | 1 шт.      |
| NiMh аккумуляторные батареи 1,2 В                              | 6 шт.      |
| Мягкая сумка для переноски                                     | 1 шт.      |
| Руководство по эксплуатации                                    | 1 экз.     |
| Методика поверки                                               | 1 экз.     |

Таблица 22 – Комплектность (опциональная поставка)

| Наименование                     | Количество |
|----------------------------------|------------|
| Сумка для переноски малая        | 1 шт.      |
| Токовые клещи (модель по заказу) | по заказу  |
| Предохранитель                   | 3 шт.      |
| Плоский зажим                    | 4 шт.      |
| Модем GPS                        | 1 шт.      |
| Приемник 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 июне 2011 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 ( $\pm 10$  мс).

### Сведения о методиках (методах) измерений

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

### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к анализаторам качества электрической энергии MI 2792

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. Общее 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](mailto:office@vniims.ru).

Номер аттестата аккредитации 30004-08 от 27.06.2008 г.

Заместитель

Руководителя Федерального  
Агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Е.Р. Петросян

«    »                      2012 г.