

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Устройства измерительные параметров релейной защиты РЕТОМ-21.3

#### Назначение средства измерений

Устройства измерительные параметров релейной защиты РЕТОМ-21.3 (далее - устройства) предназначены:

- для воспроизведения в заданных диапазонах однофазного переменного тока или напряжения сетевой частоты; однофазного переменного тока или напряжения автономной регулируемой частоты, в том числе с возможностью регулирования фазы относительно опорного сигнала; постоянного напряжения или тока;
- для измерения с помощью встроенного цифрового мультиметра воспроизводимых устройством токов и напряжений, угла фазового сдвига и частоты, а также внешних сигналов напряжения, тока (вход РА), угла фазового сдвига и частоты;
- для измерения временных характеристик различных реле и коммутационных аппаратов с помощью встроенного цифрового секундомера.

#### Описание средства измерений

Функционально устройства состоят из:

- трех независимых источников напряжения:
  - а) источника 1 напряжения постоянного тока;
  - б) источника 2 напряжения переменного тока на основе электронного генератора;
  - в) источника 3 напряжения переменного тока на основе импульсного регулятора;
- встроенного цифрового измерителя (мультиметра) для измерения напряжений и токов, частоты и угла фазового сдвига, как воспроизводимых устройством, так и от внешних источников;
- встроенного цифрового секундомера.

Устройства применяются для проверки и настройки реле (тока, напряжения, частоты, времени, указательных, промежуточных, и т.д.) и другого электрооборудования релейной защиты в различных отраслях промышленности.

При нажатии на кнопку включения источника, на его выходе появляется напряжение/ток. Для источника 1 регулирование выходного напряжения осуществляется переменным резистором; для источников 2 и 3 уровень выходного сигнала устанавливается в цифровом виде. Параметры срабатывания/отпуска реле измеряются следующим образом: одновременно при коммутации – включении или выключении кнопок пуска источника 2 или источника 3 и (или) от контактов внешнего (проверяемого) реле – осуществляется пуск секундомера и начинается отсчет времени. Останов секундомера производится от контактов проверяемого реле. В зависимости от выбранного режима секундомера имеется возможность измерения времени срабатывания/возврата контактов реле, длительности замкнутого/разомкнутого состояния контактов, разновременности срабатывания двух контактов, длительности дребезга срабатывания контактов и т.п.

Основными измерительными компонентами устройств являются четыре 16-разрядных АЦП, осуществляющих измерения мгновенных значений (выборок) напряжения или тока. На первых двух выполнены одинаковые схемы измерения напряжения, к которым с помощью коммутатора подведены все входы–выходы напряжения устройства. На двух других выполнены одинаковые схемы обработки информации с датчиков тока. Выбор каналов также осуществляется с помощью коммутатора. Одновременная обработка четырех сигналов позволяет свести к минимуму погрешность разновременности преобразования аналогового сигнала в цифровой код, влияющую на вычисление фазового угла между сигналами.

Для каждого АЦП имеется буферная память для 4096 выборок сигнала на интервале 320 мс, используемых для дальнейшей цифровой обработки в микроконтроллере, размещенном на плате измерения (ПИ).

Вся информация с платы измерения выводится на алфавитно-цифровое табло, размещенное на лицевой панели устройств. Управление устройствами осуществляет другой микроконтроллер, размещенный на плате управления (ПУ). Для управления источниками 2 и 3 имеется третий микроконтроллер, размещенный также на ПУ.

Цифровая обработка позволяет с использованием стандартных математических методов вычислить среднеквадратичное, средневывпрямленное, амплитудное значения параметров напряжения и тока. Для вычисления действующего значения сигнала на частоте 50 Гц используется цифровой полосовой фильтр.

Для вычисления углов фазовых сдвигов применен метод дискретного преобразования Фурье.

Для определения частоты используется цифровой метод вычисления периода сигнала с усреднением за время 320 мс (в диапазоне 45-55 Гц дополнительно используется цифровой полосовой фильтр).

Измерение временных параметров осуществляется путем контроля состояния контактов каждые 0,078 мс (длительность одного такта контроля). Начало отсчета тактов идет от сигнала «Старт», запускающего секундомер. Все моменты изменения состояния контактов, с текущим номером такта, записываются в специальную буферную память. Временные параметры рассчитываются путем анализа данных буферной памяти, с учетом длительности состояния контактов в тактах.

Устройства выполнены в пластиковом ударопрочном корпусе, по бокам и на крышке которого находятся ручки с противоскользящим покрытием. Корпус оснащен дополнительной выдвижной ручкой и двумя краевыми роликами для перемещения. Внутри корпуса установлены электронные компоненты, органы управления находятся на лицевой панели. Для предотвращения несанкционированного доступа к внутренним частям устройств на стык панели и корпуса устройств наклеивается голографическая наклейка. Общий вид устройства, места пломбирования и нанесения знака поверки представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общий вид устройств, места пломбирования и нанесения знака поверки

### Программное обеспечение

Характеристики программного обеспечения (ПО) приведены в таблице 1.

Устройства имеют встроенное программное обеспечение (ПО). Встроенное ПО (микропрограмма) реализовано аппаратно на трех независимых микроконтроллерах: два используются в плате управления (ПУ) и один на плате измерения (ПИ). Метрологически значимым является только ПО для платы измерения (ПИ), метрологические характеристики

устройств определены с его учетом.

Изменение ПО возможно только в заводских условиях. Уровень защиты ПО для ПИ от непреднамеренных и преднамеренных изменений - «высокий» в соответствии рекомендациями Р 50.2.077-2014.

С целью совершенствования функциональных возможностей устройства у потребителя имеется возможность обновления ПО для ПУ, не влияющего на метрологические характеристики СИ, с помощью специальных программных средств, предоставляемых предприятием изготовителем.

Таблица 1 – Характеристики программного обеспечения (ПО)

| Идентификационные данные (признаки)       | Значение            |
|-------------------------------------------|---------------------|
| Идентификационное наименование ПО         | Retom21Izm_v203.hex |
| Номер версии (идентификационный номер ПО) | Не ниже 2.0.3       |
| Цифровой идентификатор ПО                 | По версии ПО        |

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические и технические характеристики устройств

| Наименование характеристики                                                                                 | Значение              |                        |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------|
| Источник 1 (Выход «=U1»)                                                                                    |                       |                        |                |
| Род электрического тока                                                                                     | постоянный            |                        |                |
| Диапазон регулирования выходного напряжения постоянного тока, В                                             | от 176 до 264         |                        |                |
| Максимальный выходной ток, А, не более                                                                      | 1,0                   |                        |                |
| Источник 2 (Выход «~U2»)                                                                                    |                       |                        |                |
| Род электрического тока                                                                                     | переменный            |                        |                |
| Диапазоны регулирования выходного напряжения переменного тока, В                                            | от 0 до 10            | от 0 до 65             | от 0 до 250    |
| Максимальный выходной ток, А                                                                                | 10                    | 1,5                    | 0,6            |
| Диапазоны воспроизводимых частот переменного тока, Гц                                                       | от 20 до 45<br>включ. | св. 45 до 55<br>включ. | св. 55 до 1000 |
| Дискретность изменения частоты переменного тока, Гц, не более                                               | 0,5                   | 0,001                  | 0,5            |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения частоты переменного тока по входу напряжения, Гц | ±0,5                  | ±0,001                 | ±0,5           |
| Диапазон изменения угла сдвига фаз сигналов напряжения и силы электрического тока, ... °                    | от 0 до 360           |                        |                |
| Дискретность изменения угла сдвига фаз, ... °, не более                                                     | ±0,3                  |                        |                |

Продолжение таблицы 2

| Наименование характеристики                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Значение                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Источник 3 (Выходы «~U3», «=U4», «~U5», «~U6»)                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Род электрического тока:<br>- выходы «~U3», «~U5», «~U6»<br>- выход «=U4»                                                                                                                                                                                                                                                                     | переменный<br>выпрямленный/ постоянный                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Диапазон воспроизведения частоты силы и напряжения переменного тока для выходов «~U3», «~U5», «~U6», Гц                                                                                                                                                                                                                                       | от 45 до 65                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Диапазоны регулирования напряжения (силы) электрического тока:<br>- выход «~U3»<br><br>- выход «=U4»,<br>а) выпрямленный ток<br>б) постоянный ток<br><br>- выход «~U5»<br>а) длительный режим работы<br>б) кратковременный режим работы (0,5 с)<br><br>- выход «~U6»<br>а) длительный режим работы<br>б) кратковременный режим работы (0,5 с) | от 11,5 до 500 В (от 0 до 8 А)<br>от 6 до 250 В (от 0 до 16 А)<br>от 0,95 до 40 В (от 0 до 100 А)<br><br>от 8 до 250 В (от 0 до 10 А)<br>от 10 до 350 В (от 0 до 5 А)<br><br>от 0 до 9 В (от 0 до 200 А);<br>от 0 до 9 В (до 700 А)<br><br>от 5 до 240 В (от 0 до 10 А);<br>от 5 до 240 В (до 30 А) |
| Встроенный цифровой мультиметр:                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Род электрического тока                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | постоянный / переменный                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Минимальное время измерения напряжения и силы электрического тока, мс                                                                                                                                                                                                                                                                         | 320                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Амперметр                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Диапазоны измерений силы электрического тока, А:<br>- источника 1<br><br>- источника 2<br><br>- источника 3                                                                                                                                                                                                                                   | от 0,2 до 2<br><br>от 0,02 до 0,2 включ.<br>св. 0,2 до 2,0 включ.<br>св. 2 до 20<br><br>от 0,05 до 0,5 включ.<br>св. 0,5 до 5,0 включ.<br>св. 5 до 50<br>от 7 до 70 включ.<br>св. 70 до 700                                                                                                         |
| Диапазоны измерений силы переменного тока на входе РА, А                                                                                                                                                                                                                                                                                      | от 0,01 до 0,1 включ.<br>св. 0,1 до 1,0 включ.<br>св. 1 до 10                                                                                                                                                                                                                                       |
| Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения силы электрического тока, А:<br>- для диапазонов от 7 до 70 А, 70 до 700 А<br>- для остальных диапазонов (кроме диапазонов от 0,2 до 2 А, от 7 до 70 А, от 70 до 700 А)                                                                                                         | $\pm (0,01 \cdot X_{\text{изм.}} + 0,001 \cdot X_{\text{к.}})$<br>$\pm (0,005 \cdot X_{\text{изм.}} + 0,0005 \cdot X_{\text{к.}})$                                                                                                                                                                  |

Продолжение таблицы 2

| Наименование характеристики                                                                                                                                                | Значение                                              |                        |                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерения силы электрического тока для диапазона от 0,2 до 2 А, %                                                     | ± 2                                                   |                        |                        |
| Вольтметр                                                                                                                                                                  |                                                       |                        |                        |
| Диапазоны измерений напряжения электрического тока, В                                                                                                                      | от 0,06 до 6 включ.<br>св. 6 до 600                   |                        |                        |
| Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения электрического тока, В                                                                            | ± (0,005·X <sub>изм.</sub> + 0,0005·X <sub>к.</sub> ) |                        |                        |
| Частотомер                                                                                                                                                                 |                                                       |                        |                        |
| Диапазоны измерения частоты переменного тока по входу напряжения, Гц                                                                                                       | от 20 до 45<br>включ.                                 | св. 45 до 55<br>включ. | св. 55 до 1000         |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты переменного тока по входу напряжения, Гц                                                                      | ±0,05                                                 | ±0,005                 | ±0,5                   |
| Минимально допустимое значение уровня напряжения при измерении частоты переменного тока, мВ                                                                                | 600                                                   |                        |                        |
| Фазометр                                                                                                                                                                   |                                                       |                        |                        |
| Диапазон измерения угла сдвига фаз между двумя напряжениями, напряжением и током, двумя токами, ... °                                                                      | от 0 до 360*                                          |                        |                        |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения угла сдвига фаз между двумя напряжениями, напряжением и током, двумя токами, ... °                                    | ±1,0                                                  |                        |                        |
| Минимально допустимое значение уровня напряжения при измерении фазы, мВ                                                                                                    | 600                                                   |                        |                        |
| Встроенный цифровой секундомер                                                                                                                                             |                                                       |                        |                        |
| Диапазоны измерений временных интервалов                                                                                                                                   | от 0 до<br>999,9 мс                                   | от 1,000 до<br>9,999 с | от 10,00 до<br>99,99 с |
| Разрешающая способность                                                                                                                                                    | 0,1 мс                                                | 0,001 с                | 0,01 с                 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения временных интервалов                                                                                                  | ±0,5 мс                                               | ±0,01 с                | ±0,01 с                |
| Рабочие условия применения:<br>- температура окружающего воздуха, °С<br>- относительная влажность воздуха при 25 °С, %, не более<br>- высота над уровнем моря, м, не более | от минус 20 до плюс 50<br><br>80<br>2000              |                        |                        |
| Питание устройств:<br>- частота однофазной сети, Гц<br>- напряжение сети, В                                                                                                | от 45 до 65<br>от 187 до 264                          |                        |                        |
| Габаритные размеры, мм, не более                                                                                                                                           | 540×460×300                                           |                        |                        |
| Масса, кг, не более                                                                                                                                                        | 28                                                    |                        |                        |
| Средний срок службы, лет, не менее                                                                                                                                         | 30                                                    |                        |                        |
| Средняя наработка на отказ, ч, не менее                                                                                                                                    | 25000                                                 |                        |                        |

Продолжение таблицы 2

**Примечание:**

- 1) Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерения напряжения и силы электрического тока, вызываемых изменением температуры окружающей среды на каждые  $\pm 10^\circ\text{C}$  составляют не более 0,5 от пределов основной допускаемой погрешности.
- 2) \* - измеряется только в пределах отклонения частоты сети от 45 до 55 Гц.
- 3) В формулах абсолютной погрешности приняты обозначения:  
 $X_{\text{изм.}}$  – измеренное значение;  
 $X_{\text{к}}$  – верхнее значение (предел) диапазона измерений

**Знак утверждения типа**

наносится при изготовлении паспортной таблички (шильдика) и типографским способом на титульные листы руководства по эксплуатации и паспорта устройств измерительных параметров релейной защиты РЕТОМ-21.3.

**Комплектность средства измерений**

В комплект поставки входят:

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| - устройство РЕТОМ-21.3       | 1 шт.  |
| - кабель сетевой              | 1 шт.  |
| - комплект ЗИП                |        |
| - паспорт                     | 1 экз; |
| - руководство по эксплуатации | 1 экз; |
| - методика поверки            | 1 экз. |

**Поверка**

осуществляется в соответствии с документом БРГА.441322.066 МП «Устройства измерительные параметров релейной защиты РЕТОМ-21.3. Методика поверки», утвержденным ООО «ИЦРМ» 20 ноября 2015 г.

Перечень рекомендуемых средств измерений, используемых при поверке, приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Основные средства поверки

| Наименование средства измерений                        | Госреестр № |
|--------------------------------------------------------|-------------|
| Калибратор универсальный Н4-11                         | 25610-03    |
| Вольтметр универсальный В7-78/1                        | 31773-06    |
| Амперметр цифровой СА3010/2                            | 27219-04    |
| Амперметр цифровой СА3010/3                            | 27219-04    |
| Амперметр переменного тока ЦА8500/2                    | 37459-08    |
| Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-200  | 37898-08    |
| Измеритель параметров реле Ф291                        | 9223-83     |
| Частотомер GFC-8010H                                   | 19818-00    |
| Комплекс программно-технический измерительный РЕТОМ-51 | 58259-14    |
| Измеритель разности фаз Ф2-34                          | 9512-84     |

**Сведения о методиках (методах) измерений**

приведены в руководстве по эксплуатации БРГА.441322.066 РЭ.

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к устройствам измерительным параметров релейной защиты РЕТОМ-21.3**

ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия»

ТУ 4222-022-13092133-2008 «Устройства измерительные параметров релейной защиты РЕТОМ-21. Технические условия»

**Изготовитель**

ООО «Научно-производственное предприятие «Динамика»  
(ООО «НПП «Динамика»)

ИНН 2129001830

Адрес: 428015, г. Чебоксары, ул. Анисимова, д. 6

Телефон/факс: (8352) 58-07-13, 45-81-26

E-mail: [dynamics@chts.ru](mailto:dynamics@chts.ru), [www.dynamics.com.ru](http://www.dynamics.com.ru)

**Испытательный центр**

Общество с ограниченной ответственностью «Испытательный центр разработок в области метрологии» (ООО «ИЦРМ»)

Юридический адрес: 142704, Московская область, Ленинский район, г. Видное, Промзона тер., корпус 526

Тел.: +7 (495) 278-02-48

E-mail: [info@ic-rm.ru](mailto:info@ic-rm.ru)

Аттестат аккредитации № RA.RU.311390 выдан 18.11.2015 г.

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2015 г.