## Приложение А

(справочное)

**Инструкции по программированию**

А.1 Введение

А.1.1 Осциллограф-мультиметр может быть включён в измерительную систему посредством интерфейса USB.

Осциллограф-мультиметр может дистанционно программироваться путём программных посылок. Программные посылки состоят из последовательности программных блоков (команд или запросов). Программная команда или запрос состоит из последовательности функциональных элементов, которые включают в себя разделители, заголовок команды, программные данные и символ окончания команды. Всё это пересылается в осциллограф посредством системного интерфейса в кодах ASCII.

Пример программной посылки представлен ниже.

Заголовок команды Параметры

channel1:scale 200mV

Программный блок Пробел

:channel1:scale 200mV

Прописные и строчные буквы не различаются.

Программная посылка должна заканчиваться кодом *0D16*.

*~~Последовательность команд в строке может быть любой.~~*

*~~Максимальная длина командной строки – 128 символов.~~*

*~~В том случае, если командная строка передана с ошибкой, осциллограф-мультиметр передает символ <Е> - ошибка командной строки.~~*

*~~Конец строки передаваемой от ПК в осциллограф-мультиметр завершается символом 0A~~~~16~~  ~~(символ LF ASCII) или #010~~~~10~~~~.~~*

*Ответ осциллографа-мультиметра заканчивается символом 0D16 (символ CR ASCII).*

А.2 Некоторые соглашения по синтаксису SCPI команд

А.2.1 Условные обозначения:

{ } - говорит пользователю о необходимости выбора одного из параметров, перечисленных внутри этих скобок и отделенных символом "|", например, {a|b|c} в тексте команды должно присутствовать одно значение: a, b или c;

… –  три точки обозначают диапазон (пропущенные обязательные параметры)~~;-~~[1….10] – выбор любого значения от 1 до 10;

? – символ означает запросную форму команды. Для такой команды прибор всегда возвращает ответ.

А.3 Описание команд

А.3.1 Команды осциллографа-мультиметра и их описание приведены в таблице А.1.

Таблица А.1

|  |  |
| --- | --- |
| Команда | Описание |
| **Обязательные команды SCPI** | |
| \*idn? | Выводит идентификационные данные прибора |
| \*rst | Сброс режимов |
| **Управление отображением** | |
| :display:mapping {lines|dots} :display:mapping? | Установка режима отображения сигнала на экране: lines – линиями; dots – точками |
| :display:average {1|2|4|8|16|32|64|128|256} :average? | Установка количества выборок, по которым производится усреднение |
| :display:smoothing [1…10]  :display:smoothing? | Установка количества точек для сглаживающего фильтра |
| :display:fps {1|2|5|10|25} :display:fps? | Установка количества обновлений экрана в секунду |
| :display:grid {type1|type2|type3|type4}  :display:grid? | Выбор типа сетки |
| :display:accumulation {OFF|2|4|8|16|32|64|128|256 |infinity|CLEAR}  :display:accumulation? | OFF – режим накоплений выключен,  2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 - установка числа одновременно отображаемых на экране количество считанных сигналов на текущих настройках, infinity – без ограничения, CLEAR – очистить экран от накопленных сигналов |
| :display:brightness [0…100] :display:brightness? | Установка яркости свечения дисплея.  0 – минимальное значение,  100 – максимальное значение |
| **Управление каналами** | |
| :channel:set {1|2}  :channel? | Установка текущего канала |
| :channel{1|2}:scale {2mV|5mV| 10mV|20mV|50mV|100mV|200mV|500mV| 1V|2V|5V|10V|20V|} :scale? | Установка масштаба по вертикали |
| :channel{1|2}:offset [-200…200] :offset? | Установка вертикального смещения по каналу в точках дисплея относительно цента сетки |
| :channel{1|2}:display {ON|OFF}  :channel{1|2}:display? | Включение/отключение сбора информации по каналу |
| :channel{1|2}:coupling {AC|DC|GND} :channel{1|2}:coupling? | Режим связи по входу: AC - переменная;  DC - постоянная; GND - земля |
| :channel:bandwidth: {full|20MHz}  :channel{1|2}:bandwidth? | Полоса пропускания по каналу:  full - полная; 20MHz - 20 МГц |
| :channel:probe{1X|10X}  :channel:probe? | Выбор делителя 1:1 или 1:10 |
| :channel:balance | Балансировать канал |
| :channel:data? | Запрос последних считанных данных канала |
| **Управление развёрткой** | |
| :timebase:scale {2ns|5ns|10ns|20ns|50ns|100ns|200ns|500ns| 1us|2us|5us|10us|20us|50us|100us|200us| 500us|1ms|2ms|5ms|10ms|20ms|50ms| 100ms|200ms|500ms|1s|2s|5s|10s} :timebase:scale? | Установить масштаб по горизонтали |
| :timebase:offset base [-8192…+32767]  :timebase:offset? | Установка смещения по горизонтали. Отсчитывается в пискселях экрана |
| :timebase:tpos {left|center|right} :timebase:tpos? | Привязка синхронизации:  left - к началу выборки; center - к центру выборки; right - к концу выборки |
| :timebase:peakdet {ON|OFF} :timebase:peakdet? | Включение (ON)/отключение (OFF) режима пикового детектора |
| :timebase:mode {real|equal} :timebase:mode? | Установка режима времени для разверток менее 100 нс: Real - реальное, egual -эквивалентное |
| **Управление синхронизацией** | |
| :trig:mode {auto|normal|single} :trig:mode? | Режим запуска синхронизации:  auto - автоматический;  normal - ручной; single - однократный |
| :trig:source {1|2} :trig:source? | Установка источника синхронизации. Запрос источника синхронизации |
| :trig:level [-300…+300]  :trig:level? | Установка уровня синхронизации в пикселях экрана. Запрос установки уровня синхронизации |
| :trig:polarity {rise|fall}  :trig:polarity? | Установка полярности синхронизации:  rise - синхронизация фронтом;  fall - синхронизация срезом |
| :trig:input {full|LF|HF}  :trig:input? | Полоса пропускания по входу синхронизации: full - полная; LF - НЧ; HF – ВЧ. Запрос полосы пропускания |
| **Автоматические измерения** | |
| :measure:display {ON|OFF}  :measure:display? | Включение/отключение отображения результатов автоматических измерений |
| :measure:source {1|2|Both}  :measure:source? | Выбор источника автоматических измерений |
| :measure:value { | Запрос результата автоматического измерения: |
| period| | - период; |
| frequency| | - частота; |
| vmin| | - минимальное значение сигнала по напряжению Umin; |
| vmax| | - максимальное значение сигнала по напряжению Umax; |
| vpp| | - разность Uпик = Uмакс -Uмин; |
| vmaxest| | - установившееся максимальное значение сигнала по напряжению Uмакс уст; |
| vminest| | - установившееся минимальное значение сигнала по напряжению Uмин уст; |
| vampl| | - амплитудное значение сигнала по напряжению Uампл = Uмакс уст – Uмин уст |
| vrms| | - среднеквадратическое значение сигнала по напряжению; |
| vave| | - среднее значение сигнала по напряжению; |
| vover+| | - величина положительного выброса на фронте импульса; |
| vover-| | - величина отрицательного выброса на срезе импульса; |
| timerise| | - время нарастания фронта импульса; |
| timefall| | - время спада среза импульса; |
| phase | | - разность фаз между сигналами на входах второго и первого каналов; |
| widthn| | - длительность отрицательного импульса; |
| widthp| | - длительность положительного импульса; |
| duty+ |duty-| | - скважность как отношение длительности положительного или отрицательного импульса к периоду следования; |
| delay+| | - задержка между фронтами сигналов второго и первого каналов; |
| delay- | - задержка между срезами сигналов второго и первого каналов |
| **Команды управления частотомером** | |
| :freqmeter:mode {ON|OFF} | Включение/отключение частотомера |
| :freqmeter:measure {frequency| period} | Выбор режима измерения:  frequency - измерение частоты;  period - измерение периода |
| :freqmeter:measure? | Запрос режима измерений |
| :freqmeter:time {100ms|1s|10s}  :freqmeter:time? | Установка времени счёта |
| :freqmeter:labels {100kHz|1MHz|10MHz|100MHz}  :freqmeter:labels? | Установка частоты меток времени |
| :freqmeter:aveperiods {1e0|1e1|1e2|1e3|1e4|1e5}  :freqmeter:aveperiods? | Установка числа периодов сигнала |
| :freqmeter: value? | Запрос измеренного значения |
| **Команды управления мультиметром** | |
| :multimeter: mode {ON|OFF} :multimeter: mode? | Включение/отключение мультиметра Запрос |
| :multimeter: measure { | Выбор режима измерения: |
| AC2V |AC20V|AC400V| | - измерение напряжения переменного тока,  диапазон - 2 В; 20 В; 400 В |
| DC2V|DC20V|DC400V| | - измерение напряжения постоянного тока,  диапазон - 2 В; 20 В; 400 В; |
| AC20mA|AC2A| | - измерение силы переменного тока,  диапазон - 20 мА; 2 А |
| DC20mA| DC2A| | - измерение силы постоянного тока,  диапазон - 20 мА; 2 А |
| 2k|20k|200k|10M| | - измерение сопротивления постоянному току, диапазон - 2 кОм; 20 кОм; 200 кОм; 10 МОм |
| diode| | - режим проверки p-n переходов; |
| bell} :multimeter:measure? | - режим «прозвонка» |
| :multimeter:AVP {ON|OFF}  :multimeter:AVP? | Включение/отключение автоматического выбора диапазона измерений |
| :multimeter:zero {ON|OFF}  :multimeter:zero? | Включение/отключение «нуль»-режима |
| :multimeter:value? | Запрос измеренного значения |
| Команда | Описание |
| **Команды управления тестером компонентов** | |
| :tester:mode {ON|OFF} :tester:mode? | Включение/отключение тестера компонентов Запрос |
| :tester:control { | Выбор режима: |
| 100mV|500mV| | - управление напряжением, шаг100 мВ, 500 мВ |
| 4mA|20mA| | - управление током, шаг 4 мА; 20 мА |
| :tester:control? | Запрос |
| :tester:conduction {PNP|NPN} :tester:conduction? | Полярность управляющего напряжения: PNP - отрицательная; NPN - положительная |
| :data? | Запрос данных |
| **Прочие команды** | |
| :calibrator:mode {AC|DC} | Установка режима работы калибратора:  AC - меандр +4 В 1 кГц; DC - напряжение +4 В |
| :calibrator:mode? | Запрос |
| :FFT:display {ON|OFF}  :FFT:display? | Включение/отключение отображения спектра |
| :FFT:source {1|2|Both}  :FFT:source? | Выбор источника сигнала для БПФ |
| :FFT:window {rectangle|hamming| | Выбор окна для функции БПФ: |
| blackman| hann}  :FFT:window? | Rectangle - прямоугольное; hamming - Хэмминга; blackman - Блэкмена; hann - Ханна |
| :FFT:scale {linear|log} :FFT:scale? | Выбор шкалы для отображения спектра: linear - линейная; log - логарифмическая |
| :FFT:data:? | Запрос данных БПФ |
| :memory:length {512|1k|2k|4k|8k} | Выбор длины памяти сигнала |
| :memory:save | Сохранение на USB носитель текущего сигнала |
| :RUN | Запуск процесса сбора информации |
| :STOP | Останов процесса сбора информации |
| :AUTOSEARCH | Запуск процесса поиска сигнала |
| :key:{press|long} {Function|Measure|Memory|Service|1|2| Time|Start|Trig|Display|Range1+|Range1-|Rshift1+|Rshift1-| Rshift2+|Rshift2-| Range2+|Range2-|Tbase+|Tbase- |Tshift+|Tshift-|Triglev+|Triglev-|Left|Right|Up|Down|Enter|F1|F2|F3|F4|F5} | Обычное (press) нажатие или нажатие и удержание (long) соответствующей кнопки |