### Инструкция по программированию

### А.1 Введение в программирование

А.1.1 Прежде чем приступить к использованию осциллографа в измерительной системе, внимательно изучите данный документ. В нем изложены все необходимые данные о составе команд, их назначениях и взаимодействиях , синтаксисе программных сообщений, правилах образования имен команд.

Осциллограф может быть включен в измерительную систему посредством универсальной последовательной шины USB или сети Ethernet.

Осциллограф может дистанционно программироваться путем программных посылок, синтаксис которых соответствует стандарту SCPI-99 - Standard Commands for Programmable Instruments (Стандартные команды для программируемых приборов).

Эти программные посылки состоят из последовательности программных блоков, представленных программными командами или запросами. Программная команда или запрос, в свою очередь, состоит из последовательности функциональных элементов, которые включают в себя разделители, заголовок команды, программные данные и символ окончания команды. Все это пересылается в осциллограф посредством системного интерфейса в коде **ASCII**.

Пример программной посылки представлен ниже.

Заголовок команды Программные данные

**:CHANNEL1:SCALE 200mV**

Программный

Разделитель блок Пробел

Заголовок команды - это программная мнемоника, представляющая действия, которые должен выполнить осциллограф.

Пробел применяется для отделения мнемоники команды от программных данных.

Разделитель «**:**» в начале команды не обязателен.

Например:

**CHANNEL1:SCALE 0.2V**

А.1.2 Простые заголовки команд содержат единственную мнемонику. Например, **:AUTOSET** или **:STOP** являются простыми заголовками, используемыми в осциллографе. Простой заголовок может содержать также программные данные.

Синтаксис программного сообщения для этих случаев будет следующий:

:<программная мнемоника><символ окончания команды>

или, при наличии программных данных,

:<программная мнемоника><пробел><программные данные><символ окончания команды>.

А.1.3 Сложный заголовок команды является комбинацией из двух и более программных мнемоник. Первая мнемоника определяет подсистему команд, вторая мнемоника определяет команду из выбранной подсистемы. Мнемоники сложного заголовка команды разделяются между собой двоеточием.

Синтаксис программы будет следующий:

:<подсистема>:<команда><пробел><программные данные><символ окончания команды>

В одной командной строке могут быть записаны команды, принадлежащие разным подсистемам. В этом случае каждая команда отделяется от последующей точкой с запятой.

Например:

**:CHANNEL1:SCALE 1V; TIMEBASE:SCALE 1МS**

Одинаковые команды могут использоваться в различных подсистемах команд. Например, команда **SCALE** может изменять как коэффициент деления в тракте вертикального отклонения, так и коэффициент разверток осциллографа. Подсистема определяет, в каком узле осциллографа будут производиться действия по данной команде.

А.1.4 Команда переводится в запросную форму постановкой знака вопроса после мнемоники команды.

Например:

**:CHANNEL1:SCALE?**

После получения такой команды осциллограф помещает ответ в очередь на выход. Выходное сообщение остается в очереди до тех пор, пока его не прочитают или не выполнится другая команда. Запросные команды используются для определения текущей конфигурации осциллографа, для получения результатов измерений, проведенных осциллографом, и выдачи захваченного сигнала.

Например:

Kоманда **:MEASURE:PARAMETER1?** выводит измеряемый параметр.

Команды нечувствительны к регистру. Ответы на запросные команды выводятся в верхнем регистре.

Например, запросная команда может быть задана:

**TIMEBASE:SCALE?**

**TIMebase:SCALe?**

**timebase:scale?**

**TiMeBase:ScALe?**

Ответ: **100MS**

**500NS**

А.1.5 Программные мнемоники могут использоваться как в длинной, так и в короткой форме. Короткая форма мнемоники образуется из длинной по следующим правилам.

В качестве краткой формы мнемоники используются первые четыре буквы полной мнемоники. Исключением является случай, когда полная мнемоника содержит более четырех символов и четвертая буква - гласная. В таких случаях гласная опускается, и в качестве краткой формы используются первые три символа полной.

Например: **UTILITY:BALANCE**

полная форма,

**MEASURE**

**UTIL:BAL**

короткая форма.

**MEAS**

А.1.6 Программные данные используются для представления различных типов параметров, относящихся к командам.

Программные данные могут быть как буквенные, так и цифровые.

Буквенные программные данные определяют режим, устанавливаемый командой.

Например:

**:CHANNEL1: DISPLAY ON**

Здесь буквенные программные данные определяют режим работы канала 1 –   
включен.

Цифровые программные данные определяют численное значение параметра, устанавливаемого программой:

**:CHANNEL1:OFFSET 100**

Окончание ввода командной строки определяется получением кодов **CR** (возврат каретки, код **0DH**) или **LF** (перевод строки, код **0AH**).

А.1.7 При получении ошибочной команды осциллограф выдает сообщение: **СОММАND ERROR**.

При получении ошибочных программных данных в команде осциллограф выдает сообщение: **DATА**  **ERROR**.

### А.2 Соглашение о синтаксисе

А.2.1 Обозначения символов, используемых в командах осциллографа:

**<> -** идентификаторы, заключенные в «<>», обозначают, что должны быть предоставлены данные определенного типа;

[] - части, заключенные в «[]», могут быть опущены;

{} – части, заключенные в «{}», обозначают выбор одного элемента из множества. Отдельные элементы разделены cимволом «|»;

, - запятая служит разделителем между параметрами;

… - три точки обозначают диапазон (пропущенные обязательные параметры).

### А.3 Описание команд осциллографа

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

Краткая форма команд представлена в таблице прописными символами.

Таблица А.1

|  |  |
| --- | --- |
| Команда | Описание функции, заданной командой |
| **Обязательные SCPI-99 команды** | |
| **\*IDN?** | Выводит идентификатор (данные об осциллографе): тип, производитель, тип, серийный номер, версия ПО |
| **\*RST** | Сброс режимов – в состояние по умолчанию |
| **Управление каналами вертикального отклонения** | |
| **:CHANnel<n>:DISPlay {OFF|ON|0|1}** | Выключает - OFF (0) или включает - ON (1) отображение соответствующего канала.  n - номер канала <1|2> |
| **:CHANnel<n>:DISPlay?** | Выводит отображения состояния канала: **OFF** или **ON.**  n - номер канала <1|2> |
| **:CHANnel<n>:PROBe {1/100|1/10|1/1|x10|1}** | Включает режим работы канала с делителем:  1:100 - 1/100,  1:10 - 1/10,  без делителя - 1/1,  с активным пробником х10 – х10.  n - номер канала <1|2> |
| **:CHANnel<n>:PROBe?** | Выводит режим работы канала с выбранным делителем: **1/100**, **1/10**, **1/1** или **x10.**  n - номер канала <1|2> |
| **:CHANnel<n>:INVert {OFF|ON|0|1}** | Выключает - OFF (0) или включает - ON (1) инвертирование по каналу 1 или 2.  n - номер канала <1|2> |
| **:CHANnel<n>:INVert?** | Выводит режим инвертирования канала: **OFF** или **ON.**  n - номер канала <1|2> |
| **:CHANnel<n>:COUPling {GND|AC|DC}** | Включает заземление канала - GND,  связь по переменному току - АС,  связь по постоянному току - DC.  n - номер канала <1|2> |
| **:CHANnel<n>:COUPling?** | Выводит режим выбранной связи в канале: **GND**, **AC** или **DC.**  n - номер канала <1|2> |
| **:CHANnel<n>:BWLimit {OFF|ON}** | Выключает - OFF или включает - ON ограничение полосы пропускания соответствующего канала.  n - номер канала <1|2> |
| **:CHANnel<n>:BWLimit?** | Выводит режим ограничения полосы пропускания канала: **OFF** или **ON.**  n - номер канала <1|2> |
| **:CHANnel<n>:SCALe {2mV...50mV|0.1V...20V}** | Устанавливает коэффициент отклонения канала в диапазоне от 2 мВ/дел до 20 В/дел (без учета делителя).  0.1V…0.5V можно задавать 100mV…500mV.  n - номер канала <1|2> |
| **:CHANnel<n>:SCALe?** | Выводит установленный коэффициент отклонения канала: **2MV…20V** (без учета делителя).  n - номер канала <1|2> |

Продолжение таблицы А.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Команда | | Описание функции, заданной командой |
| **:CHANnel<n>:OFFSet <-512...+511>** | | Регулирует перемещение нулевой линии канала по вертикали в диапазоне от -512 до +511.  Единица смещения равна половине младшего разряда АЦП.  n - номер канала <1|2> |
| **:CHANnel<n>:OFFSet?** | | Выводит установленное значение положения нулевой линии канала:  **-512…+511.**  n - номер канала <1|2> |
| **Управление математической обработкой** | | |
| **:MATHematics:DISPlay {OFF|ON|0|1}** | Выключает - OFF (0) или включает - ON (1) отображение математической обработки | |
| **:MATHematics:DISPlay?** | Выводит состояние отображения математической обработки: **OFF** или **ON** | |
| **:MATHematics:OPERate {ADD|MULT|FFT}** | Выбирает функцию математической обработки cигналов:  алгебраическую сумму - ADD,  алгебраическое произведение - MULT,  спектр сигнала (БПФ) - FFT | |
| **:MATHematics:OPERate?** | Выводит режим выбранной функции:  **ADD, MULT** или **FFT** | |
| **:MATHematics:SOURce {CHANnel1|CHANnel2}** | Выбирает источник сигнала для функции БПФ канал 1 или 2 | |
| **:MATHematics:SOURce?** | Выводит выбранный источника сигнала для функции БПФ: **CHANNEL1** или **CHANNEL2** | |
| **:MATHematics:WINDow {RECTangular|**  **HANNing|HAMMing|BARTlett|FLATtop}** | Выбирает окно для функции БПФ:  прямоугольное RECTangular  Ханнинг - HANNing  Хэмминг - HAMMing  Бартлетт - BARTlett  плоская вершина - FLATtop | |
| **:MATHematics:WINDow?** | Выводит выбранное окно для функции БПФ:  **RECTANGULAR,**  **HANNING,**  **HAMMING,**  **BARTLETT,**  **FLATTOP** | |
| **:MATHematics:OFFSet <-256...+255>** | Выбирает смещение изображения математической функции в диапазоне от  -256 до +255 пикселей.  Единица смещения равна разряду АЦП | |
| **:MATHematics:OFFSet?** | Выводит выбранное смещение из диапазона:  **-256…+255** | |
| **Управление разверткой** | | |
| **:TIMebase:MODE {AUTO|NORMal|SINGle}** | | Выбирает режим развертки:  автоматический - AUTO  ждущий - NORMal  однократный - SINGle |

Продолжение таблицы А.1

|  |  |
| --- | --- |
| Команда | Описание функции, заданной командой |
| **:TIMebase:MODE?** | Выводит выбранный режим развертки:  **AUTO, NORMAL** или **SINGLE** |
| **:TIMebase:ROLL {OFF|ON|0|1}** | Выключает (OFF, 0) или включает (ON, 1) режим самописца |
| **:TIMebase:ROLL?** | Выводит режим самописца: **OFF** или **ON** |
| **:TIMebase:PRETrigger {1/32...31/32|LEFT|CENTer|RIGHt}** | Включает режим предзапуска от 1/32 (LEFT**)** до 31/32 (RIGHt**)** с шагом 1/32, (16/32 – CENTer). Величина предзапуска задается в долях от длины памяти сигнала |
| **:TIMebase:PRETrigger?** | Выводит выбранное значение предзапуска из диапазона **1/32…31/32** |
| **:TIMebase:XY {OFF|ON|0|1}** | Выключает - OFF (0) и включает - ON (1) отображение двух каналов по осям Х и Y |
| **:TIMebase:XY?** | Выводит режим отображения каналов по осям Х и Y: **OFF** или **ON** |
| **:TIMebase:SCALe {1ns...50ns|0.1us...50us|0.1ms...50ms|0.1s..50s}** | Устанавливает коэффициент развертки в диапазоне от 1 нс/дел до 50 с/дел.  0.1us…0.5us можно задавать 100ns...500ns,  0.1ms...0.5ms можно задавать 100us ...500us,  0.1s..0.5s можно задавать 100ms...500ms |
| **:TIMebase:SCALe?** | Выводит установленный коэффициент развертки: **1NS…50S** |
| **:TIMebase:OFFSet <0...1023|0...2048| ... |0...16383>** | Задает позицию выводимого на экран фрагмента памяти в диапазонах:  от 0 до 1023,  от 0 до 2048,  от 0 до 4096,  от 0 до 8192,  от 0 до 16383.  Максимальное значение равно размеру памяти сигналов |
| **:TIMebase:OFFSet?** | Выводит выбранную позицию из диапазонов:  **0…1023,**  **0…2048,**  **0…4096,**  **0…8192,**  **0…16383** |
| **Управление режимом и источником синхронизации** | |
| **:TRIGger:SOURce {CHANnel1|CHANnel2|EXTernal}** | Выбирает источник синхронизации:  канал 1 -CHANnel1,  канал 2 - CHANnel2,  внешний - EXTernal |
| **:TRIGger:SOURce?** | Выводит выбранный источник синхронизации:  **CHANNEL1**  **CHANNEL2**  **EXTERNAL** |

Продолжение таблицы А.1

|  |  |
| --- | --- |
| Команда | Описание функции, заданной командой |
| **:TRIGger:SLOPe {NEGative|POSitive|FALL|RISE}** | Выбирает синхронизацию по срезу импульса - NEGative (FALL), либо по фронту - POSitive (RISE) |
| **:TRIGger:SLOPe?** | Выводит выбранную синхронизацию: **NEGATIVE** или **POSITIVE** |
| **:TRIGger:HOLDoff <20...1250000>** | Задает время между запусками синхронизации от 20 мкс до 1250 мс с шагом 20 мкс |
| **:TRIGger:HOLDoff?** | Выводит выбранное время между запусками синхронизации: **20...1250000** |
| **:TRIGger:COUPling {LF|DC|AC|HF}** | Включает режим связи в канале синхронизации:  фильтр НЧ – LF,  полный сигнал - DC,  переменный сигнал – AC,  фильтр ВЧ - HF |
| **:TRIGger:COUPling?** | Выводит выбранный режим связи в канале синхронизации:  **LF, DC, AC, HF** |
| **:TRIGger:NREJect {OFF|ON|0|1}** | Выключает - OFF (0) или включает - ON (1) подавление шума в канале синхронизации |
| **:TRIGger:NREJect?** | Выводит состояние подавления шума в канале синхронизации: **OFF** или **ON** |
| **:TRIGger:LEVel <-512...+511>** | Устанавливает уровень синхронизации в диапазоне от -512 до +511.  Единица уровня синхронизации равна ½ разряда АЦП |
| **:TRIGger:LEVel?** | Выводит выбранный уровень синхрониза-ции из диапазона **-512…+511** |
| **Управление дисплеем** | |
| **:DISPlay:TYPE {DOTS|VECTors}** | Выбирает точечное - DOTS или векторное - VECTors представление сигнала |
| **:DISPlay:TYPE?** | Выводит выбранное представление сигнала:  **DOTS,**  **VECTORS** |
| **:DISPlay:GRATicule {FRAMe|CROSshair|GRID|FULL}** | Выбирает вид шкалы ЖКИ:  рамка – FRAMe,  центр – CROSshair,  сетка – GRID,  все - FULL |
| **:DISPlay:GRATicule?** | Выводит выбранную шкалу ЖКИ:  **FRAME,**  **CROSSHAIR,**  **GRID,**  **FULL** |
| **:DISPlay:PERSist {OFF|ON|0|1}** | Выключает (OFF, 0) или включает (ON, 1) бесконечное послесвечение |
| **:DISPlay:PERSist?** | Выводит состояние бесконечного послесвечения: **OFF** или **ON** |
| **:DISPlay:CLEar** | Очищает изображение сигнала на экране - **CLEar** |

Продолжение таблицы А.1

|  |  |
| --- | --- |
| Команда | Описание функции, заданной командой |
| **Управление сбором информации** | |
| **:ACQuire:LPFilter {OFF|2SAMPles|4SAMPles|8SAMPles|0}** | Выключает - OFF и включает ФНЧ, выдающий среднее значение двух - 2SAMPles, четырех - 4SAMPles или восьми - 8SAMPles выборок сигнала |
| **:ACQuire:LPFilter?** | Выводит режим ФНЧ:  **OFF,**  **2SAMPLES,**  **4SAMPLES,**  **8SAMPLES** |
| **:ACQuire:PEAKdetect {OFF|ON|0|1}** | Выключает - OFF (0) или включает -ON (1) режим пикового детектора |
| **:ACQuire:PEAKdetect?** | Выводит режим пикового детектора: **OFF** или **ON** |
| **:ACQuire:AVERage {1/1|1/2|1/4...1/4096|1}** | Включает режим усреднения сигнала в диапазоне от 1/1 до 1/4096 |
| **:ACQuire:AVERage?** | Выводит выбранное усреднение из диапазона **1/1 … 1/4096** |
| **Управление курсорами** | |
| **:CURSor:DISPlay {OFF|ON|0|1}** | Выключает - OFF (0) или включает - ON (1) отображение курсорных измерений |
| **:CURSor:DISPlay?** | Выводит режим отображения курсорных измерений: **OFF** или **ON** |
| **:CURSor:PARameter {X|Y}** | Выбирает курсорные измерения по оси Х - Х или Y - Y |
| **:CURSor:PARameter?** | Выводит режим курсорных измерений: **X** или **Y** |
| **:CURSor:X<n>Position <0...1023|0...2047| ... |0…16383>** | Задает позицию перемещаемого курсора по оси Х в диапазонах:  от 0 до 1023 пикселей,  от 0 до 2047 пикселей,  от 0 до 4095 пикселей,  от 0 до 8191 пикселей,  от 0 до 16383 пикселей.  Единица позиции курсора равна одному пикселу на ЖКИ (одной выборке АЦП).  Максимальное значение равно размеру памяти сигналов.  n - номер курсора <1|2> |
| **:CURSor:X<n>Position?** | Выводит выбранную позицию курсора из диапазонов:  **0...1023,**  **0...2047,**  **0…4095,**  **0…8191,**  **0…16383.**  n - номер курсора <1|2> |

Продолжение таблицы А.1

|  |  |
| --- | --- |
| Команда | Описание функции, заданной командой |
| **:CURSor:Y<n>Position <-100...+100>** | Задает позицию перемещаемого курсора по оси Y от -100 до +100 пикселей.  Единица позиции курсора равна одному пикселу на ЖКИ (единице младшего разряда АЦП).  n - номер курсора <1|2> |
| **:CURSor:Y<n>Position?** | Выводит выбранную позицию курсора из диапазона **-100...+100.**  n - номер курсора <1|2> |
| **:CURSor:DELTa?** | Выводит значения разности между курсорами для двух каналов по оси Х в секундах и герцах или оси Y в вольтах |
| **:CURSor:PDELta?** | Выводит значения параметров и разности между курсорами для двух каналов по оси Х в секундах и герцах или оси Y в вольтах |
| **Управление измерениями** | |
| **:MEASure:DISPlay {OFF|ON|0|1}** | Выключает - OFF (0) или включает ON (1) режим отображения автоматических измерений |
| **:MEASure:DISPlay?** | Выводит режим отображения автоматических измерений: **OFF** или **ON** |
| **:MEASure:SOURce {CHANnel1|CHANnel2}** | Выбирает канал измерений 1 - CHANnel1или 2 - CHANnel2 |
| **:MEASure:SOURce?** | Выводит канал измерений: **CHANNEL1** или **CHANNEL2** |
| **:MEASure:PARameter<n> {PERiod|FREQuency|NWIDth|PWIDth|FALLtime|RISetime|VMIN|VMAX|VPP|VAVerage}** | Выбирает параметр автоматических измерений сигнала:  период – PERiod,  частота – FREQuency,  длительность отрицательного импульса – NWIDth,  длительность положительного импульса - PWIDth,  длительность спада – FALLtime,  длительность фронта – RISetime,  минимальное значение сигнала по напряжению – VMIN,  минимальное значение сигнала по напряжению – VMAX,  разность между максимальным и минимальным значениями сигнала по напряжению – VPP,  среднее значение сигнала по напряжению – VAVerage.  n - номер параметра <1|2> |

Продолжение таблицы А.1

|  |  |
| --- | --- |
| Команда | Описание функции, заданной командой |
| **:MEASure:PARameter<n>?** | Выводит выбранный параметр автоматических измерений сигнала:  **PERIOD,**  **FREQUENCY,**  **NWIDTH,**  **PWIDTH,**  **FALLTIME,**  **RISETIME,**  **VMIN,**  **VMAX,**  **VPP,**  **VAVERAGE.**  n - номер параметра <1|2> |
| **:MEASure:VALue<n>?** | Выводит значение выбранного параметра.  n - номер параметра <1|2> |
| **:MEASure:PVALue?** | Выводит оба измеряемых параметра, их значения и единицы измерения |
| **Управление памятью** | |
| **:MEMory:LENGth {1K|2K|4K|8K|16K}** | Выбирает длину памяти сигнала:1K, 2K,  4K, 8K, 16K |
| **:MEMory:LENGth?** | Выводит выбранную длину памяти сигнала:  **1K, 2K, 4K, 8K, 16K** |
| **:MEMory:SEGMent {1...16|1...8|...|1}** | Выбирает рабочий сегмент памяти. Количество доступных сегментов обратно пропорционально длине памяти, суммарный размер памяти равен 16 K:  1 К соответствует 16 сегментам,  2 К − 8 сегментам,  …  16 K− 1 сегменту |
| **:MEMory:SIGNal {SAVE<n>|LOAD<n>}** | Выбирает функцию сохранения памяти каналов в область энергонезависимой памяти (SAVE n) или загрузки из энергонезависимой памяти в память каналов (LOAD n).  n - номер области памяти {1|2} |
| **:MEMory:SETup {SAVE<n>|LOAD<n>}** | Выбирает функцию сохранения режимов работы осциллографа в область энергонезависимой памяти (SAVE n) или загрузки режимов работы из энергонезависимой памяти (LOAD n).  n - номер области памяти {1|2|3|4} |
| **Управление утилитами** | |
| **:UTILity:CALibrator {OFF|ON|0|1}** | Выбирает режим калибратора: постоянного напряжения - OFF(0) или меандра 1 кГц - ON (1) |
| **:UTILity:CALibrator?** | Выводит режим калибратора:  **OFF** или **ON** |
| **:UTILity:BALance** | Проводит балансировку каналов усилителя (при отключенных сигналах на входах осциллографа) |

Окончание таблицы А.1

|  |  |
| --- | --- |
| Команда | Описание функции, заданной командой |
| **Кнопочные функции** | |
| **:AUToset** | Производит автоматическую установку режимов по горизонтали и вертикали для отображения сигнала |
| **:RUN** | Запускает процесс сбора информации о входном сигнале (захват сигнала).  В режиме однократного запуска (включается в меню «**Развертка**») осциллограф ожидает синхронизацию входного сигнала. После захвата сигнал отображается на ЖКИ и выводится надпись «**Стоп**» |
| **:STOP** | Останавливает процесс сбора информации о входном сигнале (захват сигнала) |
| **Управление меню** | |
| **:MENU {OFF|0|CHANnel1|CHANnel2|**  **MATHematics|TIMebase|TRIGger|DISPlay|**  **ACQuire|CURSor|MEASure|MEMory|UTILity|**  **ON|1}** | Выбирает состояние или вид меню на ЖКИ:  выключить меню – OFF (0),  меню каналов - CHANnel1|CHANnel2,  меню математической обработки – MATHematics,  меню развертки – TIMebase,  меню синхронизации – TRIGger,  меню дисплея – DISPlay,  меню сбора данных – ACQuire,  меню курсоров – CURSor,  меню измерений – MEASure,  меню памяти – MEMory,  меню утилитов – UTILity,  включить последнее выбранное меню – ON (1) |
| **:MENU?** | Выводит состояние или вид меню на ЖКИ:  **OFF,**  **CHANNEL1,**  **CHANNEL2,**  **MATHEMATICS,**  **TIMEBASE,**  **TRIGGER,**  **DISPLAY,**  **ACQUIRE,**  **CURSOR,**  **MEASURE,**  **MEMORY,**  **UTILITY,**  **ON** |
| **:WAVeform:DATA? CHANnel<n>** | Выдает захваченный сигнал выбранного канала.  Количество выдаваемых байтов равно длине памяти.  n - номер канала {1|2} |