Осциллограф цифровой С8-54 Инструкция по программированию

## Введение в программирование

* 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 универсального последовательного интерфейса USB или через локальную вычислительную сеть.

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 0.2V

––––––––––

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

* 1. 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.

* 1. 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.

* 1. 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

* 1. 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**

# MEASURE

полная форма,

# UTIL:BAL MEAS

короткая форма.

* 1. 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**).

* 1. При получении ошибочной команды осциллограф выдает сообщение:

# СОММАND ERROR.

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

## Соглашение о синтаксисе

* 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 «{}», обозначаю mmт выбор одного элемента из множества. Отдельные элементы разделены cимволом «|»;

, - запятая служит разделителем между параметрами;

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

## Описание команд осциллографа

* 1. Команды осциллографа и их описание приведены в таблице 1.

Краткая форма команд представлена в таблице прописными символами.

Таблица 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}** | 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>:BALance** | Балансировка канала  n – номер канала<1|2> |
| **:CHANnel<n>:PROBe {1|1/10}** | Включает режим работы канала с делителем:  без делителя – 1,  c делителем 1/10 – 1/10  . n - номер канала <1|2> |
| **:CHANnel<n>:PROBe ?** | Выводит режим работы канала с выбранным делителем**.**  n - номер канала <1|2> |
| **:CHANnel<n>:INVert {OFF|ON}** | 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...500mV|**  **1V...5V}** | Устанавливает коэффициент отклонения канала в диапазоне от 2 мВ/дел до 5 В/дел (без учета делителя).  n - номер канала <1|2> |
| **:CHANnel<n>:SCALe ?** | Выводит установленный коэффициент  отклонения канала: **2MV…20V** (без учета делителя).  n - номер канала <1|2> |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Команда | | Описание функции, заданной командой |
| **:CHANnel<n>:OFFSet <-240...240>** | | Регулирует перемещение нулевой линии канала по вертикали в диапазоне от -240 до  240.Единица смещения равна одному пикселю экрана.  n - номер канала <1|2> |
| **:CHANnel<n>:OFFSet ?** | | Выводит установленное значение положения нулевой линии канала:  -240…240.  n - номер канала <1|2> |
| **:CHANnel<n>:DATA ?** | | Выдает захваченный сигнал выбранного канала. Значения выводятся в пикселях экрана. Нижней границе соответсвует 2, середине – 127, верхенй границе – 252.  Количество выдаваемых байтов равно длине памяти.  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** | | |

|  |  |
| --- | --- |
| Команда | Описание функции, заданной командой |
| **:TIMEbase:SCALe**  **{2ns...500ns|1us...500us|1ms...500ms|1s..10s}** | Устанавливает коэффициент развертки в диапазоне от 2 нс/дел до 10 с/дел. |
| **:TIMEbase:SCALe?** | Выводит установленный коэффициент  Развертки. |
| **:TIMEbase:OFFSet <-8192 ...16000>** | Задает позицию выводимого на экран фрагмента памяти.  Минимальное значение зависит от выбранной привязки синхронизации к экрану (TPOS) и размера памяти.  1 единица засылаемого значения соответствуте двум пикселям на экране. |
| **:TIMEbase:OFFSet?** | Выводит позицию выводимого на экран фрагмента памяти |
| **:TIMEbase:TPOS {LEFT|CENTER|RIGHT}** | Задаёт точку привязки нулевого смещения по времени к экрану:  левый край – LEFT,  центр – CENTER,  правый край – RIGHT. |
| **:TIMEbase:TPOS ?** | Возвращает точку привязки нулевого смщения по времени к эрану. |
| **:TIMEbase:PEAKdetect {OFF|ON}** | Включает и отключает режим пикового детектора |
| **:TIMEbase:PEAKdetect ?** | Выводит режим пикового детектора |
| **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. |

|  |  |
| --- | --- |
| Команда | Описание функции, заданной командой |
| **:TRIGger:SLOPe {RISE|FALL}** | Выбирает синхронизацию по срезу  импульса по фронту – RISE, либо по срезу – FALL |
| **:TRIGger:SLOPe?** | Выводит выбранную синхронизацию. |
| **:TRIGger:MODE {AUTO|NORMal|SINGe}** | Установка режима запуска:  автоматический – AUTO,  нормальный (ждущий) – NORMal,  одиночный – SINGLe. |
| **:TRIGger:MODE ?** | Выводит установленный режим синхронизации. |
| **:TRIGger:COUPling {LF|DC|AC|HF}** | Включает режим связи в канале синхро-низации:  полный сигнал - DC, переменный сигнал – AC, фильтр НЧ – LF, фильтр ВЧ - HF |
| **:TRIGger:COUPling ?** | Выводит выбранный режим связи в канале синхронизации: |
| **:TRIGger:LEVel <-240...240>** | Устанавливает уровень синхронизации в диапазоне от -240 до 240.  Единица уровня синхронизации равна одному пикселю экрана |
| **:TRIGger:LEVel ?** | Выводит выбранный уровень синхрониза-  ции из диапазона. |
| **Управление дисплеем** | |
| **:DISPlay:MAPPING {DOTS|VECTORS}** | Выбирает точечное - DOTS или векторное -  VECTors представление сигнала |
| **:DISPlay:MAPPING ?** | Выводит выбранное представление сигнала. |
| **:DISPlay:GRID:TYPE {1|2|3|4}** | Выбирает вид шкалы. |
| **:DISPlay:GRID:TYPE ?** | Выводит вид шкалы. |
| **:DISPlay:GRID:BRIGHTness <0…100>** | Выбирает яркость свечения шкалы |
| **:DISPlay:GRID:BRIGHTness ?** | Выводит яркость свечения шкалы |
| **:DISPlay:ACCUMulate:NUMber**  **{1|2|4|8|16|32|64|128|INFINITY}** | Выбирает количество накоплений. |
| **:DISPlay:ACCUMulate:NUMber ?** | Выводит количество накоплений |
| **:DISPlay:ACCUMulate:MODE {NORESET|**  **RESET}** | Выбор режима очистки экрана в режиме  накопления при наборе установленного  кличества измерений:  не очищать дислей – NORESET,  очищать дисплей – RESET. |
| **:DISPlay:ACCUMulate:MODE ?** | Выводит режим очистки экрана в режиме  накопления. |
| **:DISPlay:ACCUMulate:CLEAR** | Очистка экрана |
| **:DISPlay:AVErage :NUMber**  **{1|2|4|8|16|32|64|128|256|512}** | Выбирает количество усреднений |
| **:DISPlay:AVErage:NUMber ?** | Выводит количество усреднений |
| **:DISPlay:AVErage:MODE {ACCURACY|**  **APPROXIMATE}** | Выбирает режим усреднения:  точный – ACCURACY,  приблизительный – APPROXIMATE. |
| **:DISPlay:AVErage:MODE ?** | Выводит установленный режим усреднения. |
| **:DISPlay:LPFilter <1…10>** | Задаёт количество точек для работы  сглаживающего фильтра. |
| **:DISPlay:LPFilter ?** | Выводит количество точек для работы  сглаживющего фильтра. |

|  |  |
| --- | --- |
| Команда | Описание функции, заданной командой |
| **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> |

|  |  |
| --- | --- |
| 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 - CHANnel1  или 2 - CHANnel2 |
| **:MEASure:SOURce?** | Выводит канал измерений: **CHANNEL1** или  **CHANNEL2** |
| **:MEASure:PARameter<n>**  **{PERiod|FREQuency|NWIDth|PWIDth|FALLtim e|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> |

|  |  |
| --- | --- |
| 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 {512|1K|2K|4K|8K|16K}** | Выбирает длину памяти сигнала: 1K, 2K,  4K, 8K, 16K |
| **:MEMory:LENGth ?** | Выводит выбранную длину памяти сигнала. |
| **Управление утилитами** | |
| **:UTILity:CALibrator {AC|DC|GND}** | Выбирает режим калибратора:  меандр – AC,  постоянное напряжение – DC,  отключён – GND. |
| **:UTILity:CALibrator ?** | Выводит режим калбратора. |

|  |  |
| --- | --- |
| Команда | Описание функции, заданной командой |
| **Кнопочные функции** | |
| **:RUN** | Запускает процесс сбора информации о входном сигнале. |
| **:STOP** | Останавливает процесс сбора информации о входном сигнале |
| **:KEY:{MENU|1|2|3|4|5|CURSors|MEASures|**  **DISPLay|HELP|MEMory|SERVice|START|**  **CHANNEL1|CHAN1|CHANNEL2|CHAN2|TIME|**  **TRIG} {DOWN|UP}** | Нажатие кнопки |
| **:GOVERNOR:{RSHIFT1|RSHIFT2|RANGE1|**  **RANGE2|SET|TSHIFT|TBASE|TRIGLEV}**  **{LEFT|RIGHT}** | Поворот ручки |