### C8-53

### Инструкция по программированию

### 1 Введение в программирование

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 200mV**

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>.

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 команды 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.

1.4 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**

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**

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**).

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

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

### 2 Соглашение о синтаксисе

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).

### 3 Описание команд осциллографа

3.1 Команды осциллографа и их описание приведены в таблице 1.

Краткая форма команд представлена в таблице прописными символами.

Команды разбиты по разделам меню.

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| **Команда** | **Описание функции, заданной командой** |
| **Обязательные SCPI-99 команды** | |
| **\*IDN?** | Возвращает идентификатор (данные об осциллографе): тип, производитель, тип, серийный номер, версия ПО |
| **\*RST** | Сброс режимов – в состояние по умолчанию |
| **Команды меню ДИСПЛЕЙ (:DISPlay)** | |
| **:MAPping {LINES|POINTS}** | Задаёт режим отображения сигнала:  LINES – линиями, POINTS - точками |
| **:MAPping ?** | Возвращает режим отображения сигнала |
| **:ACCUMulation:NUMber**  **{DIS|2|4|8|16|32|64|128|INFINITY}** | Задаёт максимальное число последних сигналов на экране.  DIS – режим накопления выключен  2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 – на экран выводится соответствующе количество последних сигналов  INFINITY – автоматическая очистка экрана не происходит, экран очищается только командой :DISPlay:ACCUMulation:CLEAR |
| **:ACCUMulation:NUMber ?** | Возвращает максимальное число последних сигналов на экране |
| **:ACCUMulation:MODE**  **{RESET|NORESET}** | Устанавливает режим сброса накопленных на экране сигналов:  RESET – после накопления максимального количества сигналов экран очищается,  NORESET – после накопления максимального количества сигналов на экран не выводится самый старый сигнал |
| **:ACCUMulation:MODE ?** | Возвращает режим сброса накопленных на экране сигналов |
| **:ACCUMulation:CLEAR** | Очищает экран от накопленных сигналов |
| **:AVERAGE:NUMber**  **{DIS|2|4|8|16|32|64|128|256|512}** | Задаёт количество последних измерений, по которым производится усреднение.  DIS – усреднение выключено  2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 – усреднение производится по соответствующему количеству последних измерений |
| **:AVERAGE:NUMber ?** | Возвращает количество последних измерений, по которым производится усреднение |
| **:AVERAGE:MODE**  **{ACCURACY|APPROXIMATE}** | Устанавливает режим усреднения:  ACCURACY – усреднение производится по :DISPlay:AVEARGE:NUMber? последним сигналам. Это точный режим усреднения, в котором для расчёта используются только последние точки  APPROXIMATE – приблизительный режим усреднения. Его имеет смысл использовать, когда задано большее число сигналов, чем может поместиться в памяти |
| **:AVERAGE:MODE ?** | Возвращает режим усреднения |
| **:MINMAX {DIS|2|4|8|16|32|64|128}** | Задаёт количество последних измерений, по которым строятся ограничительные линии, огибающие минимумы и максимумы измерений |
| **:MINMAX ?** | Возвращает количество последних измерений, по которым строятся ограничительные линии, огибающие минимумы и максимумы измерений |
| **:FILTR {DIS|2|3|4|5|6|7|8|9|10|?}** | Устанавливает/возвращает количество точек для расчёта сглаженного по соседним точкам сигнала |
| **:FPS {1|2|5|10|25|?}** | Задаёт/возвращает максимальное число выводимых в секунду кадров |
| **:WINDOW {STANDARD|SIMPLE|?}** | Устанавливает/возвращает режим отображения окна памяти в верхней части экрана:  STANDARD – в окне выводится содержимое памяти,  SIMPLE – выводится только положение видимого окна в памяти |
| **:GRID:TYPE {1|2|3|4|?}** | Устанавливает/возвращает тип сетки |
|  |  |
| **:GRID:BRIGHTNESS {0…100|?}** | Устанавливает/возвращает яркость сетки |
| **Команды меню КАНАЛ1/КАНАЛ2 (:CHANnel1/CHANnel2)** | |
| **:INPUT {ON|OFF|?}** | Включает/выключает/возвращает вывод сигнала на экран |
| **:COUPling {GND|AC|DC|?}** | Устанавливает связь по входу соответствующего канала:  GND – канал соединён с землёй,  AC – связь по переменному току,  DC – связь по постоянному току |
| **:BAND**  **{FULL|20M|100M|200M|350M|650M|750M|?}** | Устанавливает/возвращает полосу пропускания по входу канала |
| **:RESISTance {1MOHM|50OHM|?}** | Устанавливает/возвращает сопротивление по входу канала |
| **:INVerse {OFF|ON|?}** | Включает/выключает инверсию канала |
| **:FACTor {X1|X10|?}** | Устанавливает/возвращает множитель :  X1 – x1, X10 – x10 |
| **:SCALe**  **{2MV|5MV|10MV|20MV|50MV|100MV|**  **200MV|500MV|1V|2V|5V|?}** | Устанавливает/возвращает коэффициент отклонения канала (без учёта делителя) |
| **:OFFSet {-400…400|?}** | Устанавливает/возвращает смещение нулевой линии по вертикали в точках (по вертикали в экране помещается 200 точек) |
| **Команды меню СИНХР (:TRIGger)** | |
| **:MODE {AUTO|WAIT|SINGLE|?}** | Устанавливает/возвращает режим запуска  AUTO – автоматический,  WAIT – ждущий,  SINGLE – однократный |
| **:SOURCE**  **{CHANnel1|CHANnel2|EXTernald|?}** | Устанавливает/возвращает источник синхронизации |
| **:SLOPe {FALL|RISE|?}** | Устанавливает/возвращает синхронизацию по срезу импульса (FALL) или по фронту (RISE) |
| **:COUPling {DC|AC|LF|HF|?}** | Устанавливает/возвращает режим связи в канале синхронизации:  DC – полный сигнал,  AC – переменнай сигнал,  LF – фильтр НЧ,  HF – фильтр ВЧ |
| **:FIND** | Запускает автоматический поиск синхронизации |
| **:LEVel {-400…400|?}** | Устанавливает уровень синхронизации в экранных точках относительно уровня смещения сигнала по вертикали. По вертикали экрана помещается 200 точек |
| **Команды меню РАЗВЕРТКА (:TIMebase)** | |
| **:SAMPLING {REAL|EQUAL|?}** | Выборка:  REAL – реальная,  EQUAL – эквивалентная |
| **:ROLL {OFF|ON|?}** | Режим самописца:  OFF – выключен,  ON – включен |
| **:PEAKdet {OFF|ON|?}** | Включает/выключает/возвращает режим пикового детектора |
| **:FUNCtimediv {TIME|MEMORY|?}** | Функция ручки РАЗВ:  TIME - в этом режиме вращение ручки изменяет смещение сигнала по горизонтали,  MEMORY – в этом режиме вращение ручки вызывает перемещение окна в памяти |
| **:SCALEe**  **{1NS|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|?}** | Устанавливает/возвращает коэффициент развёртки |
| **Команды меню КУРСОРЫ (:CURSor1X/CURSor1Y/CURSor2X/CURSor2Y)** | |
| **:DISPlay {OFF|ON|?}** | Включает/выключает/выводит состояние соответсвующего курсора |
| **:POSition {0…280|0…200|?}** | Задаёт/выводит позицию:  0…280 – для курсора X,  0…200 – для курсора Y.  Одна единица развна одному пикселу на ЖКИ. |
| **:DELTa?** | Возвращает разность в пикселях:  для CURSor1X/CURSor2X – между курсорами времени,  для CURSor1Y/CURSor2Y – между курсорами напряжения. |
| **Команды меню ПАМЯТЬ (:MEMory)** | |
| **:LENGth {281|512|1024|2048|4096|8192|16384|**  **32768|?}** | Устанавливает/возвращает длину записи |
| **Команды меню ИЗМЕРЕНИЯ (:MEASure)** | |
|  |  |
|  |  |
| **:LENGth {281|512|1024|2048|4096|8192|16384|**  **32768|?}** | Устанавливает/возвращает длину записи |  |

### 2 Идентификация программного обеспечения

2.1 Идентификационные данные осциллографа можно получить на экране прибора, воспользовавшись функцией меню «Утилиты / Информ», согласно п. 2.2.3.9. На экран вы­даются модель, серийный номер, версия встроенного программного обеспечения, контроль­ная сумма CRC-32 программы.

2.2 Идентификационные данные осциллографа можно получить на компьютере в терминальной программе. Осциллограф должен быть подключен к компьютеру согласно п. 2.2.3.12. Для получения наименования и серийного номера прибора, номера версии и контрольной суммы встроенного программного обеспечения в окне программы набрать на клавиатуре команду «\*idn?».

Осциллограф должен выдать в терминальную программу результат следующего вида:

«MNIPI,S8-52,ХХХХ,VY.Y,ZZZZZZZZ» (ХХХХ - серийный номер, VY.Y - версия ПО ZZZZZZZZ - контрольная сумма CRC-32 в шестнадцатеричной форме).