



ЕСС15К

Описание SCPI команд

ВЕРСИЯ 1.0
27 Ноября, 2020
АО «НПФ «Микран»

Содержание

Общие сведения об использовании SCPI команд	1.
Введение в SCPI	1.1
Дерево команд	1.2
Подсистемы	1.3
Полный и сокращенный формат команд	1.4
Нечувствительность к регистру	1.5
Параметры	1.6
Команды запроса	1.7
Начало и окончание строки	1.8
Условное обозначение синтаксиса в описании команд	1.9
Базовые команды IEEE 488	2.
*IDN?	2.1
*OPC?	2.2
*RST	2.3
*TRG	2.4
INITiate	3.
INITiate:CONTInuous	3.1.
INITiate:CONTInuous[:ALL]	3.1.1.
INITiate:IMMEDIATE	3.2.
INITiate:IMMEDIATE[:ALL]	3.2.1.
OUTPut	4.
OUTPut[:STATe]	4.1.
[SOURce]	5.
[SOURce]:FREQuency	5.1.
[SOURce]:FREQuency[:CW]	5.1.1.
[SOURce]:FREQuency:MODE	5.1.2.
[SOURce]:FREQuency:START	5.1.3.
[SOURce]:FREQuency:STEP	5.1.4.
[SOURce]:FREQuency:STOP	5.1.5.
[SOURce]:POWer	5.2.
[SOURce]:POWer[:LEVel]	5.2.1.
[SOURce]:LIST	5.3.
[SOURce]:LIST:MODE	5.3.1.
[SOURce]:LIST:POINT	5.3.2.
[SOURce]:LIST:POINT:ADD	5.3.2.1.
[SOURce]:ROSCillator	5.4.
[SOURce]:ROSCillator:EXTernal	5.4.1.
[SOURce]:ROSCillator:EXTernal:FREQuency	5.4.1.1.
[SOURce]:ROSCillator:INTernal	5.4.2.
[SOURce]:ROSCillator:INTernal:DAC	5.4.2.1.
[SOURce]:ROSCillator:INTernal:FREQuency	5.4.2.2.
[SOURce]:ROSCillator:SOURce	5.4.3.
[SOURce]:SWEep	5.5.
[SOURce]:SWEep:DWELL	5.5.1.
[SOURce]:SWEep:POINTS	5.5.2.
SYSTEM	6.
SYSTEM:ERRor?	6.1.
SYSTEM:VERSion?	6.2.
TRIGger	7.

[TRIGger:OUTPut](#)

7.1.

[TRIGger:OUTPut:POLarity](#)

7.1.1.

[TRIGger:SLOPe](#)

7.2.

[TRIGger:SOURce](#)

7.3.

[Описание ошибок SCPI](#)

Приложение 1

1. Общие сведения об использовании SCPI команд

1.1 Введение в SCPI

Приборные интерфейсы (*RS232, USB, Ethernet*) поддерживают одинаковый набор команд, основанный на стандарте SCPI 1999 (*Standard Commands for Programmable Instruments*). Это набор команд, ориентированный на обмен символьными сообщениями.

1.2 Дерево команд

Команды SCPI организованы в виде древовидных структур, образующих функциональную систему. Начало каждой функциональной системы называется корнем, например "SYSTem" или "INITiate". Каждая функциональная система может иметь подсистемы нижнего уровня, а конечные узлы системы называются листьями. Полная последовательность всех узлов от корня до листа плюс сам лист образует команду. Например, часть функциональной системы "INITiate" имеет вид:

```
:INITiate
      :CONTinuous
                <bool>
      :[:IMMEDIATE]
```

Показанная часть ветви "INITiate" имеет несколько уровней, где "CONTinuous" является ветвью, которые образующая следующую команду:

```
:INITiate:CONTinuous <bool>
```

1.3 Подсистемы

Символ двоеточие (':') используется для разделения и понижения уровня подсистем. Например, в запросе:

```
:SYSTem:ERRor:COUNt?
```

идентификатор "COUNt" является частью подсистемы "ERRor", которая, в свою очередь, является частью подсистемы "SYSTem".

1.4 Полный и сокращенный формат команд

Каждое ключевое слово в спецификации команды имеет полный и сокращенный формат. Сокращенный формат выделен заглавными буквами. Например, полная спецификация команды:

```
:INPut:ATTenuation
```

может быть записана:

```
:INP:ATT
```

Только полная или сокращенная форма отдельного ключевого слова является приемлемой, например следующая команда ошибочна:

```
:INPU:ATTenuation
```

1.5 Нечувствительность к регистру

Команды являются нечувствительными к регистру. Заглавные и строчные буквы в спецификации команд используются только для различия сокращенной и полной формы команд. Например, следующие команды эквивалентны:

1.6 Параметры

Команды могут иметь параметры. Параметры отделяются от команды пробелом. Если команда имеет несколько параметров, то они разделяются запятыми (','). Например:

```
:FREQ:LIST 1000 MHz, 2000 MHz, 3000 MHz, 4000 MHz
```

1.6.1 Числовые параметры (формат данных <numeric>)

Команды, для которых требуются числовые параметры, будут принимать все обычно используемые десятичные представления чисел, включая необязательные знаки и десятичные точки. Числовые параметры могут иметь место множители (1.7.1) и показатель степени.

Форматы ввода и представления числовых параметров:

- <NR1> - целые десятичные числа, например: 12, +23, -656;
- <NR2> - десятичные числа с плавающей точкой, например: 12.571;
- <NR3> - десятичные числа с плавающей точкой и показателем степени, например: 12.451E4, что соответствует 124510.

1.6.2 Числовые множители

Стандарт SCPI допускает ввод числовых параметров с приставками единиц измерения:

Приставка	Множитель
A	1e-18
F	1e-15
P	1e-12
N	1e-9
U	1e-6
M*	1e-3
K	1e3
MA	1e6
G	1e9
T	1e12
PE	1e15
EX	1e18

* - при использовании единиц измерения MHZ или OHM приставка M означает множитель 1e6 (Mega), а не 1e-3 (мили).

Для управления частотными параметрами прибора допускается использование следующих множителей:

Приставка	Множитель
Hz	1e
KHz	1e3
MHz	1e6
GHz	1e9

1.6.3 Логические параметры (тип параметра <boolean>)

Это параметры, принимающие два значения: логическое "ДА" или логическое "НЕТ" (включено или отключено). В командах эти параметры записываются следующим образом:

- ON или 1 – логическое "ДА" (включено);
- OFF или 0 – логическое "НЕТ" (выключено).

При запросе булева параметра прибор всегда будет возвращать 0 или 1. Например, для следующей команды требуется булев параметр:

```
[SENSe]:AVERage[:STATe] ON|1|OFF|0
```

ответ на запрос состояния ([SENSe]:AVER[:STATe]?) будет содержать 0 или 1.

1.6.4 Символьные параметры (формат данных <character_data>)

Стандарт SCPI допускает ввод символьных данных в качестве параметров. Они могут иметь краткую и полную форму. Можно использовать верхний и нижний регистр набора текста. Например, в следующей спецификации команды:

```
TRIGger:SOURce {BUS|INTernal|IMMEDIATE|EXTernal}
```

возможные значения символьного параметра это – "BUS", "INTernal", "IMMEDIATE", "EXTernal".

Ответы на запросы всегда возвращаются в краткой форме с использованием заглавных букв. Символьные параметры имеют полную и краткую форму и сокращаются по тем же правилам, что и команды (1.4).

1.6.5 Строковые параметры (формат данных <string>)

Параметры строки могут фактически содержать любой набор символов ASCII. Строка может начинаться и заканчиваться соответствующими кавычками – одинарными или двойными. Например, имя таблицы в команде:

```
MEMory:ADC:SElect "table_1"
```

1.7 Команды запроса

Команды запроса используются для чтения значения параметра из прибора. После отправки команды запроса (содержащие '?') ожидается, что информация будет послана в обратном направлении через соответствующий интерфейс удаленного управления. Некоторые команды имеют две формы. Форма без вопроса записывает параметр, с вопросом считывает его. Например:

```
:INP:ATT 20  
:INP:ATT?
```

1.8 Окончание строки

Символ LF (0x0A, перевод строки, «\n») (ASCII) в последнем байте командной строки используется как терминатор строки.

Команда установки частоты для интерфейсов USB и SPI будет иметь следующие виды, соответственно:

```
FREQuency 1 GHz\n
```

1.9 Условное обозначение синтаксиса в описании команд

Обозначения символов, используемых в синтаксических выражениях:

- Угловые скобки (< >) обозначают, что необходимо указать значение для заключенного в них параметра. Скобки в синтаксис команды не входят. Необходимо указать значение параметра (например, "AVER:COUN 1000") или выбрать другой параметр, указанный в синтаксисе (например, "SENS:FREQ MAX").
- С помощью вертикальной черты (|) разделяются несколько доступных для выбора параметров для данной командной строки. Например, SENS:FREQ MAX|MIN в команде обозначает, что можно выбрать параметр MAX или MIN. Черта не отправляется с командной строкой.
- В прямоугольные скобки ([]) заключаются некоторые элементы синтаксиса, например узлы и параметры. Это указывает на то, что элемент является необязательным и его можно пропустить, например, в команде TRIGGER[:SEQUENCE]:SOURCE, элемент SEQUENCE является необязательным и можно использовать команду TRIGGER:SOURCE. Скобки не отправляются с командной строкой.
- Фигурными скобками ({ }) обозначаются параметры, которые могут не повторяться, повторяться один или несколько раз. Обычно они используются для отображения списков.

1.10 Интерфейсы управления

Генератор ECC15K может управляться по интерфейсу USB или SPI. Система команд одинакова, меняется только транспорт. Подключение по интерфейсу USB требует наличия компьютера с установленной программой драйвера USB TMC устройств. Формат кадра для SPI интерфейса: CPOL = 0, CPHA = 0, MSB first, частота клона выше 1 МГц не тестировалась.

При работе по интерфейсу SPI, обмен инициируется ведущим устройством, поэтому для вычитывания ответа необходимо посылать символы до тех пор пока в ответном потоке не появится символ LF (0x0A, перевод строки, «\n») (ASCII). Ответ может быть сдвинут на несколько нулевых незначащих байтов.

2. Базовые команды IEEE 488

2.1. Команда *IDN?

(Только запрос) Возвращает строку, уникально идентифицирующую прибор. Строка в формате: "Micran, <модель устройства>, <серийный номер устройства>, <версия модулей системы>".

2.2. Команда *OPC?

(Только запрос) Возвращает ASCII строку "+1", при завершении асинхронной операции.

2.3. Команда *RST

(Только команда) Возвращает прибор в заранее известную конфигурацию. Описание команд определяет состояние *RST для каждой команды. Команда *RST не влияет на структуры состояния.

2.4. Команда *TRG

(Только команда) Команда формирования сигнала системы запуска при условии установленного источника триггера "BUS" (см. [TRIGger\[:SEQuence\]:SOURce](#)). В ином случае команда *TRG игнорируется. Если команда *TRG не ожидается, будет сформировано сообщение об ошибке: <-211, "Trigger ignored">.

3. Подсистема INITiate

3.1.1. Команда INITiate:CONTinuous[:ALL] <bool>

(Команда или запрос) Команда используется для выбора, будет ли система запуска инициироваться непрерывно или нет. OFF - система запуска остается в состоянии бездействия, ON - система запуска иницируется и выводится из состояния бездействия.

Параметры

<bool>

Допустимые значения:

- **ON|1** - включено
- **OFF|0** - выключено

Диапазон установки параметра: **0 ÷ 1**

Значение по умолчанию: **OFF|0**

Примеры

Для того, чтобы система запуска иницировалась сразу после включения, необходимо ввести следующую команду:

```
INIT:CONT ON
```

3.2.1. Команда INITiate:IMMEDIATE[:ALL]

(Только команда) Иницирует систему запуска и выполняет один полный цикл запуска, возвращая устройство в состояние бездействия по завершению.

4. Подсистема OUTPut

Управление выходом СВЧ.

4.1. Команда OUTPut[:STATe] <bool>

(Команда или запрос) Команда осуществляет управление мощностью на выходе СВЧ.

Параметры

<bool>

Допустимые значения:

- **ON|1** - включено
- **OFF|0** - выключено

Значение по умолчанию: **OFF|0**

5. Подсистема SOURce

Управляет параметрами СВЧ сигнала на выходе генератора.

5.1.1. Команда [SOURce]:FREQuency[:CW] <num | char>

(Команда или запрос) Команда устанавливает значение частоты для режима генерации частоты "Фиксированная частота" (см. [SOURce]:FREQuency:MODE).

Параметры

<num | char> Допустимые суффиксы: **Hz, kHz, MHz, GHz**

Допустимые значения:

- **DEfault** - значение "по умолчанию"
- **MINimum** - минимально допустимое значение
- **MAXimum** - максимально допустимое значение
- **UP** - инкремент частоты
- **DOWN** - декремент частоты

Значение по умолчанию: **1GHz**

5.1.2. Команда [SOURce]:FREQuency:MODE <char>

(Команда или запрос) Команда устанавливает режим генерации частоты.

Параметры

<char> Допустимые значения:

- **CW** - фиксированная частота
- **FIXed** - фиксированная частота (синоним CW)
- **SWEEP** - сканирование с заданным шагом
- **LIST** - сканирование по списку

Значение по умолчанию: **CW**

5.1.3. Команда [SOURce]:FREQuency:STARt <num>

(Команда или запрос) Команда устанавливает значение начальной частоты развертки.

Параметры

<num> Допустимые суффиксы: **Hz, kHz, MHz, GHz**

5.1.4. Команда [SOURce]:FREQuency:STEP <num>

(Команда или запрос) Команда устанавливает шаг изменения частоты при развертке или при получении команды (FREQuency UP|DOWN).

Параметры

<num> Допустимые суффиксы: **Hz, kHz, MHz, GHz**

5.1.5. Команда [SOURce]:FREQuency:STOP <num>

(Команда или запрос) Команда устанавливает значение конечной частоты развёртки.

Параметры

<num> Допустимые суффиксы: Hz, kHz, MHz, GHz

5.2. Команда [SOURce]:POWer

Подсистема управления мощностью сигнала.

5.2.1. Команда [SOURce]:POWer[:LEVel] <num>

(Команда или запрос) Команда подстройки уровня мощности. Значение по умолчанию 31, соответствует максимальному уровню сигнала, диапазон регулировки 0..31.

Параметры

<num> Допустимые значения:

- **DEFault** - значение "по умолчанию"
- **MINimum** - минимально допустимое значение
- **MAXimum** - максимально допустимое значение

Диапазон установки параметра: 0 ÷ 31

Значение по умолчанию: 31

5.3. Команда [SOURce]:LIST

Подсистема управления списками развертки. Подсистема LIST обеспечивает перестройку по связанным спискам заданных параметров сигнала.

5.3.1. Команда [SOURce]:LIST:MODE <AUTO | MANual>

(Команда или запрос) Устанавливает реакцию на событие триггера.

Параметры

<AUTO | MANual> Допустимые значения:

- **MANual** - Ручной режим, переключение по одному сигналу триггера одной точки списка
- **AUTO** - Автоматический режим, по сигналу триггера прибор проходит весь список.

Значение по умолчанию: **MAN**

5.3.2. Команда [SOURce]:LIST:POINt <frequency>, <dwell>

(Только команда) Команда сбрасывает ранее заданный список и задаёт первую точку нового списка сканирования.

Параметры

<frequency>, <dwell> Допустимые суффиксы: Hz, kHz, MHz, GHz

5.3.2.1. Команда [SOURce]:LIST:POINT:ADD <frequency>, <dwelL>

(Только команда) Команда добавляет частоты в список сканирования.

Параметры

<frequency>, Допустимые суффиксы: Hz, kHz, MHz, GHz
<dwelL>

5.4. Команда [SOURce]:ROSCillator

Подсистема управления опорным генератором.

5.4.1.1. Команда [SOURce]:ROSCillator:EXTernal:FREQuency

(Команда или запрос) Задаёт частоту внешнего опорного сигнала. Частота должна быть кратна 1 МГц и быть ниже 50 МГц.

5.4.2.1. Команда [SOURce]:ROSCillator:INTernal:DAC

(Только команда) Подстраивает частоту внутреннего опорного генератора подстройкой ЦАП от 0 до 4095.

5.4.2.2. Команда [SOURce]:ROSCillator:INTernal:FREQuency

(Команда или запрос) Задаёт частоту на выходе опорного сигнала. Может принимать значение 1 МГц, 5 МГц, 10 МГц, 25 МГц или 50 МГц.

5.4.3. Команда [SOURce]:ROSCillator:SOURce <char>

(Команда или запрос) Определяет тип опорного генератора.

Параметры

<char> Допустимые значения:

- **INTernal** - внутренний опорный генератор
- **EXTernal** - внешний опорный генератор

Значение по умолчанию: **INTernal**

5.5. Команда [SOURce]:SWEep

Параметры развёртки по частоте. Начальные и конечные частоты задаются командами FREQ:START|STOP

5.5.1. Команда [SOURCE]:SWEEP:DWELL <num>

(Команда или запрос) Время удержания точки при развёртке в микросекундах.

Параметры

<num> Допустимые значения:

- **DEFault** - значение "по умолчанию"
- **MINimum** - минимально допустимое значение
- **MAXimum** - максимально допустимое значение

Диапазон установки параметра: **100 ÷ 65000**

Значение по умолчанию: **50000**

5.5.2. Команда [SOURCE]:SWEEP:POINTS <num>

(Команда или запрос) Команда задает количество точек сканирования. При задании количества точек шаг перестройки, заданный командой FREQ:STEP пересчитывается.

Параметры

<num> Диапазон установки параметра: **2 ÷ 301**

Значение по умолчанию: **2**

6. Подсистема SYSTem

Управляет и предоставляет настройки, касающиеся системы ECC15K.

6.1. Команда SYSTem:ERRor?

(Только запрос) Возвращает описание следующей ошибки из очереди ошибок. Если очередь ошибок пуста, возвращает: `<+0,"No error">`. Для каждой ошибки из очереди требуется отдельный запрос. Полный список кодов ошибок доступен в разделе [Описание ошибок SCPI](#).

6.2. Команда SYSTem:VERSion?

(Только запрос) Запрос возвращает версию стандарта SCPI, поддерживаемую прибором прибор (драйвер) в формате XXXX.Y, где XXXX - год и Y — номер версии (без кавычек): "1999.0"

7. Подсистема TRIGger

7.1.1. Команда TRIGger:OUTPut:POLarity <char>

(Команда или запрос) Команда устанавливает активный фронт импульса на выходе синхронизации.

Параметры

<char> Допустимые значения:

- **NEGative** - импульс отрицательной полярности
- **POSitive** - импульс положительной полярности

7.2. Команда TRIGger:SLOPe <char>

(Команда или запрос) Команда устанавливает активный фронт импульса для триггера.

Параметры

<char> Допустимые значения:

- **NEGative** - импульс отрицательной полярности
- **POSitive** - импульс положительной полярности

7.3. Команда TRIGger:SOURce <char>

(Команда или запрос) Команда устанавливает источник триггера.

Параметры

<char> Допустимые значения:

- **BUS** - источником запуска системы синхронизации является получение команды *TRG
- **IMMediate** - ожидание событий не производится
- **EXTernal** - в качестве источника используется внешний сигнал

Приложение 1. Описание ошибок SCPI

Регистр состояния стандартных ошибок

Код ошибки	Текст ошибки	Описание ошибки
(+)0	"No error"	Нет ошибки
-100	"Command error"	Некорректное дерево команды, либо недопустимый символ конца строки
-101	"Invalid character"	Недопустимый символ в строке команды. Возможно был использован один из символов #,\$,% в заголовке команды или значении параметра
-102	"Syntax error"	Синтаксическая ошибка в строке команды
-103	"Invalid separator"	Недопустимый разделитель - возможно была использована запятая вместо двоеточия, точки с запятой или пробела; либо пробел вместо запятой
-108	"Parameter not allowed"	Параметр недопустим. Было получено больше параметров, чем допускает данная команда, либо задан параметр для команды, не поддерживающей установку значений
-109	"Missing parameter"	Недостаточно параметров. Данная команда требует большего количества параметров
-113	"Undefined header"	Неопределённый заголовок. Была получена команда, не поддерживаемая данным устройством. Возможно в имени команды допущена орфографическая ошибка, команда недопустима или выбран неверный интерфейс. Если вы используете сокращённую версию команды, помните, что она может содержать не более четырёх букв
-131	"Invalid suffix"	Неверный суффикс. Единицы измерения были заданы неверно для числового параметра. Возможно в задании единиц измерения допущена орфографическая ошибка. Например, SENS:FREQ 200KZ
-138	"Suffix not allowed"	Суффикс недопустим. Единицы измерения были заданы для параметра, который не поддерживает задание единиц измерения. Например, INIT:CONT 0Hz
-148	"Character data not allowed"	Недопустимые символьные данные в значении параметра, например TRIG:MODE SINGLE_1
-150	"String data error"	Ошибка в строковых данных
-211	"Trigger ignored"	Запуск проигнорирован. Означает, что GET, *TRG или сигнал запуска был проигнорирован. Например, устройство было не готово
-213	"INIT ignored"	Инициализация проигнорирована. Запрос на запуск измерения проигнорирован, т.к. уже производится другое измерение
-221	"Settings conflict"	Конфликт настроек. Означает, что команда была разобрана корректно, но не может быть применена в силу текущей конфигурации устройства
-222	"Data out of range"	Данные вне диапазона. Числовое значение параметра выходит за пределы допустимого диапазона для данной команды
-224	"Illegal parameter value"	Неверное значение параметра. Значение параметра не входит в список допустимых значений для данной команды. Например, TRIG:SOUR EX
-226	"List not same length"	Списки различной длины. Размерности списков не совпадают между собой
-230	"Data corrupt or stale"	Данные повреждены или устарели
-310	"System error"	Системная ошибка
-312	"Memory error"	Ошибка памяти

-321	"Out of memory"	Не хватает оперативной памяти для выполнения внутренней операции
-350	"Queue overflow"	Очередь переполнена. Возникшую ошибку не удалось записать в очередь ошибок, т.к. очередь ошибок заполнена
-400	"Query error"	Общая ошибка запроса
-410	"Query INTERRUPTED"	Запрос прерван. Получена команда, отправляющая данные в выходной буфер, но он в нём остались данные от предыдущей команды (не могут быть перезаписаны). Необходимо выключить/включить питание устройства, либо выполнить команду *RST (сброс)
-420	"Query UNTERMINATED"	Незаконченный запрос
328	"Ref lock detect failed"	Нет захвата частоты внешнего опорного генератора
329	"Lock detect failed"	Нет захвата ФАПЧ