

**ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

**Б5-107, Б5-108, Б5-109, Б5-110**

**Руководство по программированию**

**ВЛЕТ.418111.004 РП**

**г. Ижевск**

**2022**

## Содержание

Введение .....	3
1 Установки по умолчанию .....	3
2 Синтаксис SCPI .....	4
3 Общие команды IEEE488.2 .....	6
4 Команды стандарта SCPI .....	7
5 Блок-схемы .....	17

Настоящее руководство содержит информация о начальной установке, управлении через интерфейсы, наборе команд и протоколе связи источника питания постоянного тока Б5-100, модификаций Б5-107, Б5-108, Б5-109, Б5-110 изготовленных по ТУ ВЛЕТ.418111.004.

## **1 Установки по умолчанию**

Поставка источника питания осуществляется со следующими предустановками:

### **1.1 Настройки интерфейса – USB:**

- виртуальный COM–порт, адрес - выдается операционной системой компьютера;

### **1.2 Настройки интерфейса LAN/ETHERNET:**

- GATE: 192.168.1.1;

- IP addr: 192.168.1.25;

- Mask: 255.255.255.0;

- TCP/IP Port: 80;

- MAC Addr: 00:08:DC:xx:xx:xx, - xx:xx:xx уникальный номер прибора

### **1.3 Настройки интерфейса – IEEE488:**

- адрес 12;

### **1.4 Язык команд источника питания – SCPI-99.**

## 2 Синтаксис SCPI

### 2.1 Условные обозначения представления команд.

а) Команды (и некоторые параметры) представлены в виде комбинации букв верхнего и нижнего регистра. Буквы верхнего регистра используются для сокращенного написания команды. Для коротких строк программы можно отправлять сокращенную форму. Чтобы программа удобнее читалась, можно отправлять полную форму.

б) В фигурные скобки ( { } ) заключаются доступные для выбора параметры для конкретной командной строки. Фигурные скобки не отправляются с командной строкой.

в) С помощью вертикальной черты ( | ) разделяются несколько доступных для выбора. Черта не отправляется с командной строкой.

г) Треугольные скобки во втором примере ( < > ) указывают на то, что следует задать значение для заключенного в скобки параметра.

д) Некоторые элементы синтаксиса (например, узлы и параметры) заключены в квадратные скобки ( [ ] ). Это указывает на то, что элемент является необязательным и его можно пропустить. Скобки не отправляются с командной строкой.

е) Для любой команды, содержащей числовые данные, эти числовые данные могут быть до 12 знаков длиной. Числовые параметры записываются с плавающей запятой в свободной форме, незначащие цифры будут отброшены. Разделителем дробной части может быть символ «.».

ж) Выражение <SP> представляет собой один символ ASCII Space.

з) Ключевые слова разделяются ":" и сопровождаются доступными настройками параметров;

и) Ключевые слова могут разделяться ";" ;

к) Знак "?" добавляется в конце командной строки для обозначения запроса.

## 2.2 Типы параметров:

а) Действительное число <value>. Команды, требующие числовых параметров, принимают все обычно используемые десятичные числа, представления чисел, включая необязательные знаки, десятичные точки и научное представление. Например: 273, 273.001023;

б) Дискретный. Параметр должен быть одним из перечисленных значений. Пример {0|1|2|3};

в) Целое число - цифры с подразумеваемой десятичной точкой справа от младшей значащей цифры. Пример: 273;

г) Булево значение: "0", "1", "OFF", "ON". Пример: {0|1|ON|OFF};

д) Строка символов ASCII. Пример: 024567, 255.255.255.0, KIP;

## 2.3 Терминаторы команд SCPI.

Командная строка, отправляемая на прибор, должна быть ограничена <символом новой строки> (<NL>) в качестве которой может использоваться 0x0A или 0x0D. Источники питания отправляют ответ на запросы с терминатором 0x0A.

### **3 Общие команды IEEE488.2**

Полное дерево команд показано на блок-схеме 1.

#### **3.1 Команда запроса идентификации.**

Синтаксис:

\*IDN?

В ответ от источника питания вернется строка формата: «KIP,B5-1xx,xxxxxx,xx.xx», где:

«KIP» - наименование производителя;

«B5-1xx» - наименование источника питания, где XX номер модификации из ряда 07...10 ;

«xxxxxx» серийный номер источника питания из 6 цифр;

«xx.xx» - версия программного обеспечения.

#### **3.2 Команда сохранения конфигурации.**

Состояния источника питания сохраняются в энергонезависимой памяти. Они не изменяются после выключения питания.

Синтаксис:

\*SAV

#### **3.3 Команда сброса.**

Перезапуск источника питания. Идентичен выключению и включению заново.

Синтаксис:

\*RST

## 4 Команды стандарта SCPI. Подсистема SOURce.

Подсистема SOURce включает в себя команды и подсистемы для управления основным функционалом источника питания. Полное дерево команд подсистемы показано на блок-схеме 2.

Синтаксис:

[SOURce:]

Название подсистемы SOURce по умолчанию необязательно.

### 4.1 Подсистема VOLTage.

Установка или чтение значения установленного выходного напряжения.

#### 4.1.1 Команда :LEVel.

Команда устанавливает значение ограничения напряжения на выходе прибора.

Синтаксис:

VOLTage[:LEVel]<value> - установка значения напряжения, где <value> – значение напряжения в вольтах с точностью до микровольта после десятичной запятой.

VOLTage[:LEVel]? – запрос значения установленного напряжения.

Значение сохранится в энергонезависимую память по команде \*SAV.

#### 4.1.2 Команда :LIMit.

Устанавливает максимальные границы выходного значения напряжения. Установка большего значения приведет к тому, что уровень выходного сигнала будет ограничен значением LIMit.

Синтаксис:

VOLTage:LIMit<value> - установка значения верхней границы напряжения, где value – значение силы тока в амперах, с точностью до микроампера после запятой.

VOLTage:LIMit? – запрос значения верхней границы напряжения.

Значение сохранится в энергонезависимую память по команде \*SAV.

## **4.2 Подсистема CURRent.**

Установка или чтение значения ограничения силы тока на выходе.

### **4.2.1 Команда :LEVel.**

Команда устанавливает значение ограничения силы тока на выходе прибора.

Синтаксис:

CURRent[:LEVel]<value> - установка значения силы тока, где <value> – значение напряжения в амперах с точностью до микроампера после десятичной запятой.

Значение сохранится в энергонезависимую память по команде \*SAV.

CURRent[:LEVel]? – запрос значения установленной силы тока.

### **4.2.2 Команда :LIMit.**

Устанавливает максимальные границы выходного значения напряжения. Установка большего значения приведет к тому, что уровень выходного сигнала будет ограничен значением LIMit.

Синтаксис:

CURRent:LIMit<value> - установка значения верхней границы силы тока, где value – значение силы тока в амперах, с точностью до микроампера после запятой.

CURRent:LIMit? – запрос значения верхней границы силы тока.

## **5 Подсистема MEASure.**

Используется для чтения среднего значения измеренных параметров на выходе источника питания. Полное дерево команд подсистемы показано на блок-схеме 3.

### **5.1 Команда :VOLTage**

Возвращает среднее значение измеренного напряжения.

Синтаксис:

MEASure:VOLTage? – чтение измеренного напряжения в вольтах с точностью до милливольт после десятичной запятой.

## 5.2 Команда :CURRent

Возвращает среднее значение измеренной силы тока.

Синтаксис:

MEASure:CURRent? – чтение измеренной силы тока в амперах, с точностью до микроампер после десятичной запятой.

## 6 Подсистема STATus.

Предназначена для запроса значения операционного регистра который содержит в реальном времени (нефиксированное) состояние источника питания доступное только для чтения. Полное дерево команд подсистемы показано на блок-схеме 4.

Синтаксис:

STATus:OPERation:CONDition? – чтение статуса состояния выхода, возвращает в виде установленных или сброшенных битов регистра:

Bit 0 – выход в состоянии включен (вес бита 1);

Bit 1 – выход в режиме стабилизации тока (вес бита 2);

Bit 2 – режим дистанционного управления (вес бита 4).

## 7 Подсистема OUTPut.

Предназначена для управления выходом. Полное дерево команд подсистемы показано на блок-схеме 5.

### 7.1 Команда :PON

Предназначена для управления состоянием выхода после включения питания.

Синтаксис:

OUTPut:PON<state> – управление состоянием выхода, где <state>:

- 0 или OFF – выход выключен;

- 1 или ON – выход включен;

- 2 или AUto – состояние выхода после включения соответствует состоянию последнему перед выключением в локальном режиме.

OUTPut:PON? – чтение состояния выхода, возвращает значение:

- 0 – если выход выключен;

- 1 – если выход включен;

- 2 – если выход в режиме AUTO.

## 7.2 Команда :STATE.

Включает или выключает выход источника питания

Синтаксис:

OUTPut[:STATE]<bool> – управление состоянием выхода, где <bool>:

- 0 или OFF – выключает выход;
- 1 или ON – включает выход.

Значение сохранится в энергонезависимую память по команде \*SAV.

OUTPut[:STATE]? – чтение состояния выхода, возвращает значение:

- 0 – если выход выключен;
- 1 – если выход включен.

## 8 Подсистема CALibrate.

Подсистема предназначена для внесения калибровочных данных при начальной (на предприятии изготовителе) и периодической калибровки метрологических параметров – для компенсации погрешности по измерению и воспроизведению напряжения и силы тока. Полное дерево команд подсистемы показано на блок-схеме 6.

### 8.1 Команда :PASSword.

Команда разрешает режим калибровки.

Синтаксис:

CALibrate:PASSword<code> – проверка кода разрешения калибровки, где:

- <code> – число из 6 знаков уникального для каждого источника питания кода.

При вводе не правильного пароля будет выдана ошибка 102.

### 8.2 Команда :STATE.

Команда запрашивает текущий статус режима калибровки.

Синтаксис:

CALibrate:STATE? – чтение статуса калибровки:

- 0 – если калибровка запрещена;
- 1 – если калибровка разрешена.

### **8.3 Команда :SAVe.**

Команда на сохранения текущих значений калибровки в энергонезависимую память.

Синтаксис:

CALibrate:SAVe

### **8.4 Команда :STOP.**

Команда выхода из режима калибровки и сброса статуса разрешения калибровки.

Синтаксис:

CALibrate:STOP

### **8.5 Команда :DEFault.**

Команда возвращает источник питания в первоначальное (заводское состояние) - предназначена для сброса настроек калибровки в случае введения неправильной поправки.

Синтаксис:

CALibrate:DEFault.

### **8.6 Подсистема :VOLTage.**

Подсистема предназначена для внесения калибровочных данных с целью компенсации погрешности по измерению и воспроизведению напряжения.

#### **8.6.1 Команда :LEVel.**

Команда устанавливает значение напряжение на выход прибора в режиме калибровки.

Синтаксис:

CALibrate:VOLTage[:LEVel]<value> - установка калибровочного значения напряжения, где value – значение напряжения в вольтах с точностью до микровольта после десятичной запятой.

### **8.6.2 Команда :MEASure.**

Команда инициирует калибровку установленного командой :LEVel значения измеренным значением с эталонного внешнего прибора, при этом источник питания должен находиться в режиме стабилизации выходного напряжения, иначе выдается ошибка 120.

Синтаксис:

CALibrate:VOLTage:MEASure<value> - внесение измеренного значения напряжения для точки калибровки, где value – значение напряжения в вольтах с точностью до микровольта после десятичной запятой.

### **8.7 Подсистема :CURRent.**

Подсистема предназначена для внесения калибровочных данных с целью компенсации погрешности по измерению и воспроизведению напряжения.

#### **8.7.1 Команда :LEVel.**

Команда устанавливает значение силы тока на выходе прибора в режиме калибровки.

Синтаксис:

CALibrate:CURRent[:LEVel]<value> - установка калибровочного значения силы тока, где value – значение силы тока в амперах, с точностью до микроампера после запятой.

#### **8.7.2 Команда :MEASure.**

Команда инициирует калибровку установленного командой :LEVel значения силы тока измеренным значением с эталонного внешнего прибора, при этом источник питания должен находиться в режиме стабилизации выходного тока, иначе выдается ошибка 121.

Синтаксис:

CALibrate:CURRent:MEASure<value> - внесение измеренного значения силы тока для точки калибровки, где value – значение силы тока в амперах, с точностью до микроампера после запятой.

Точки калибровки в которых применяются поправки для установленного напряжения, силы тока, последовательность и методика описаны в «Инструкции по калибровке» ВЛЕТ.418111.004 ИС1.

## 9 Подсистема SYSTem.

Подсистема SYSTem управляет хранилищем состояний источника питания, восстановлением состояния после выключения питания, условиями возникновения ошибок, выполнением самодиагностики, интерфейса дистанционного управления. Полное дерево команд подсистемы показано на блок-схеме 7.

Для сохранения измененных настроек подсистемы SYStem после выключения питания, необходимо подать команду \*SAV.

### 9.1 Подсистема :ERRor.

Эта подсистема собирает команды и запросы, относящиеся к чтению и управлению очередью ошибок/событий.

Очередь ошибок/событий содержит элементы, которые включают числовое и текстовое описание ошибки или события.

Синтаксис:

SYSTem:ERRor? – чтение из буфера ошибок, возвращает десятичное число вида:

0 – ошибок нет;

1 – ошибка синтаксиса команды;

2 – ошибка данных команды;

3 – выход параметра за пределы допустимого;

101 – ошибка введения калибровочного значения в состоянии запрете калибровки;

102 – ошибка ввода не правильного пароля при входе в режим калибровки;

107 – ошибка выход параметра за пределы допустимого при вводе калибровочного значения;

120 – ошибка попытки ввести калибровочное значение на напряжение в режиме стабилизации силы тока;

121 – ошибка попытки ввести калибровочное значение на силу тока в режиме стабилизации напряжения;

255 – переполнение буфера ошибок.

## **9.2 Команда :VERsion?**

Запрос возвращает числовое значение номера версии SCPI, которому соответствует источник питания.

Синтаксис:

SYSTem:VERsion? – возвращает строку вида – «1999.0»

## **9.3 Команда :DEFault.**

Команда возвращает источник питания в первоначальное (заводское состояние) - предназначена для сброса системных настроек.

Синтаксис:

SYSTem:DEFault

## **9.4 Подсистема :COMMunicate.**

Подсистема COMMunicate объединяет конфигурацию различных интерфейсов управления и связи.

### **9.4.1 Команда :UPDate.**

Немедленное обновление данных подсистемы :COMMunicate.

Синтаксис:

SYSTem:COMMunicat:UPDate – применение изменений параметров подсистемы COMMunicate.

### **9.4.2 Подсистема :GPIB.**

Подсистема :GPIB управляет физической конфигурацией порта IEEE 488.

#### **9.4.2.1 Команда :ADDRess.**

Установка первичного и вторичного адреса в системе IEEE488.

Синтаксис:

SYSTem:COMMunicat:GPIB:ADDRess<value> - устанавливает адрес в системе. Изменение адреса при этом не влияет на текущий адрес устройства.

Значение сохранится в энергонезависимую память по команде \*SAV.

SYSTem:COMMunicat:GPIB:ADDRess? - запрашивает текущий адрес в системе, возвращает параметр в виде <value>.

### 9.4.3 Подсистема :LAN

Подсистема настроек источника питания для работы в локальной сети.

#### 9.4.3.1 Команда :IPADdress.

Назначение статического IP-адреса сокета .

Синтаксис:

SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress<string> - назначение адреса в локальной сети, где address – строка формата "nnn.nnn.nnn.nnn", где nnn – целое число от 0 до 255.

Значение сохранится в энергонезависимую память по команде \*SAV.

Для обновления действующего соединения необходимо подать команду SYSTem:COMMunicate:UPDate.

SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress? - возвращает IP-адрес в формате "nnn.nnn.nnn.nnn", где nnn – целое число от 0 до 255.

#### 9.4.3.2 Команда :PORT.

Эта команда назначает номер порта сокета.

Синтаксис:

SYSTem:COMMunicate:LAN:PORT<value> - назначить номер порта сокета, где <value> - целое число от 0 до 65535.

Значение сохранится в энергонезависимую память по команде \*SAV.

Для обновления действующего соединения необходимо подать команду SYSTem:COMMunicate:UPDate.

SYSTem:COMMunicate:LAN:PORT? - возвращает порт сокета.

#### 9.4.3.3 Команда :SMASk.

Назначение маски подсети для сокета.

Синтаксис:

SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASk<string> - установка маски подсети сокета, где string – строка формата "nnn.nnn.nnn.nnn", nnn – целое число от 0 до 255.

Значение сохранится в энергонезависимую память по команде \*SAV.

Для обновления действующего соединения необходимо подать команду SYSTem:COMMunicate:UPDate.

SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASk? - возвращает маску подсети.

#### **9.4.3.4 Команда :GATeway.**

Назначение шлюза подсети по умолчанию.

Синтаксис:

SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway<string> – установка адреса шлюза подсети, где string – строка формата "nnn.nnn.nnn.nnn", nnn – целое число от 0 до 255.

Значение сохранится в энергонезависимую память по команде \*SAV.

Для обновления действующего соединения необходимо подать команду SYSTem:COMMunicate:UPDate.

SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway? – возвращает адрес шлюза подсети.

#### **9.4.3.5 Команда :MAC.**

Назначение физического MAC адреса.

Синтаксис:

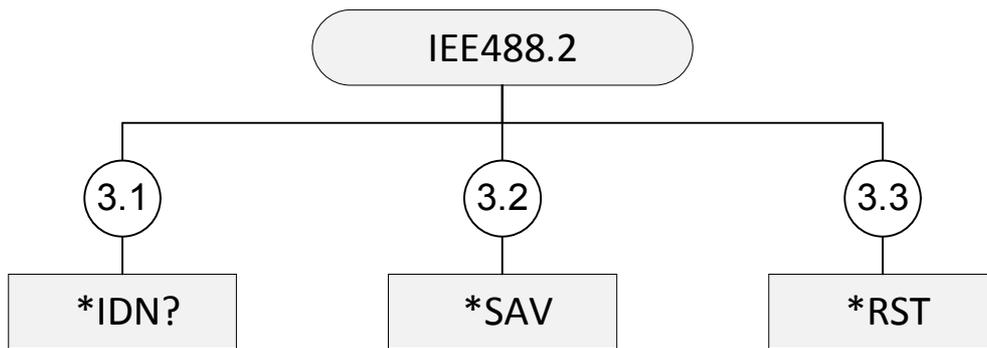
SYSTem:COMMunicate:MAC<string> – установка физического MAC адреса, где string – строка формата "00:08:DC:xx:xx:xx", nnn – целое число от 0 до 255.

Значение сохранится в энергонезависимую память по команде \*SAV.

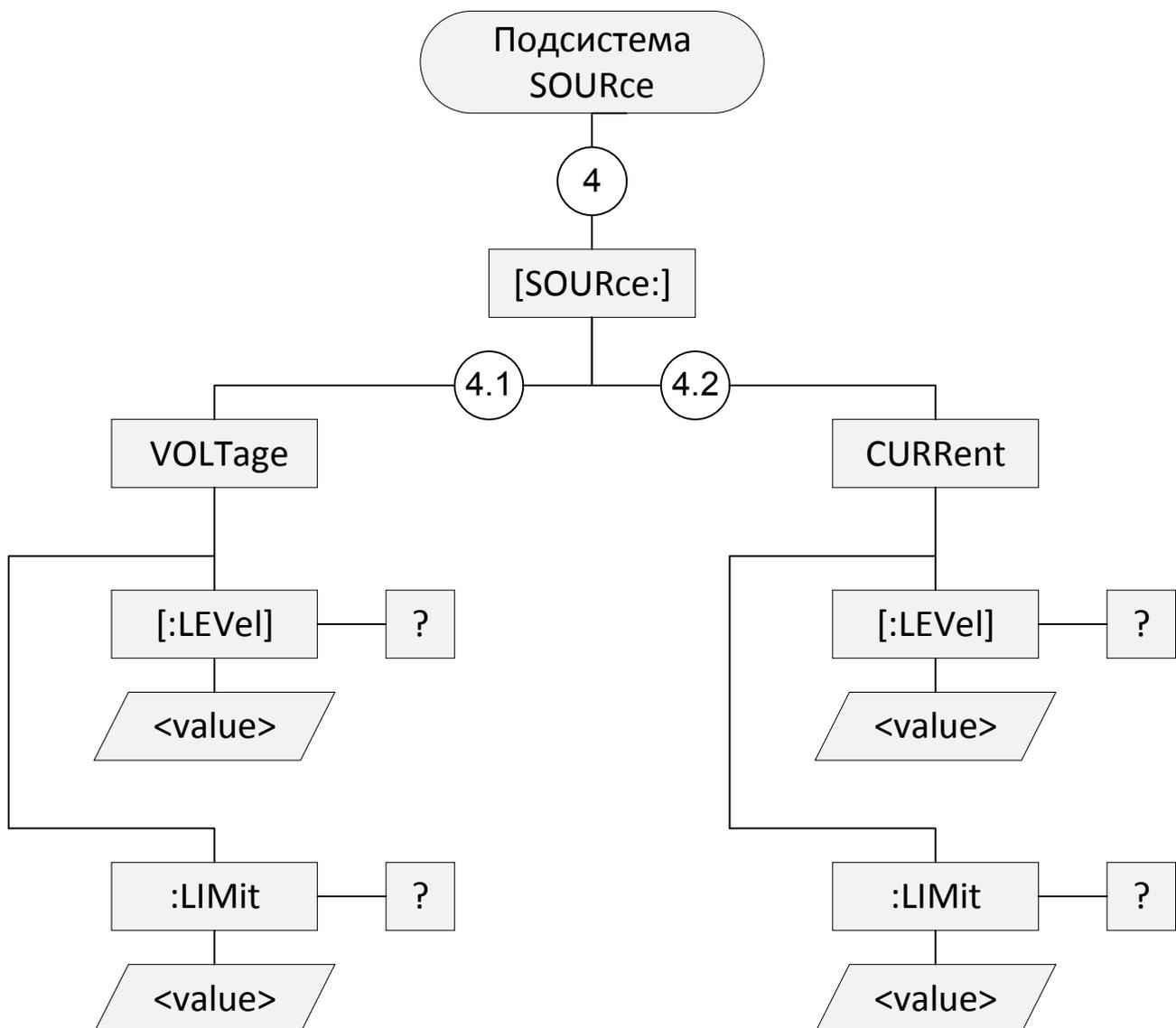
Для обновления действующего соединения необходимо подать команду SYSTem:COMMunicate:UPDate.

SYSTem:COMMunicate:LAN:MAC? – возвращает физический MAC адрес.

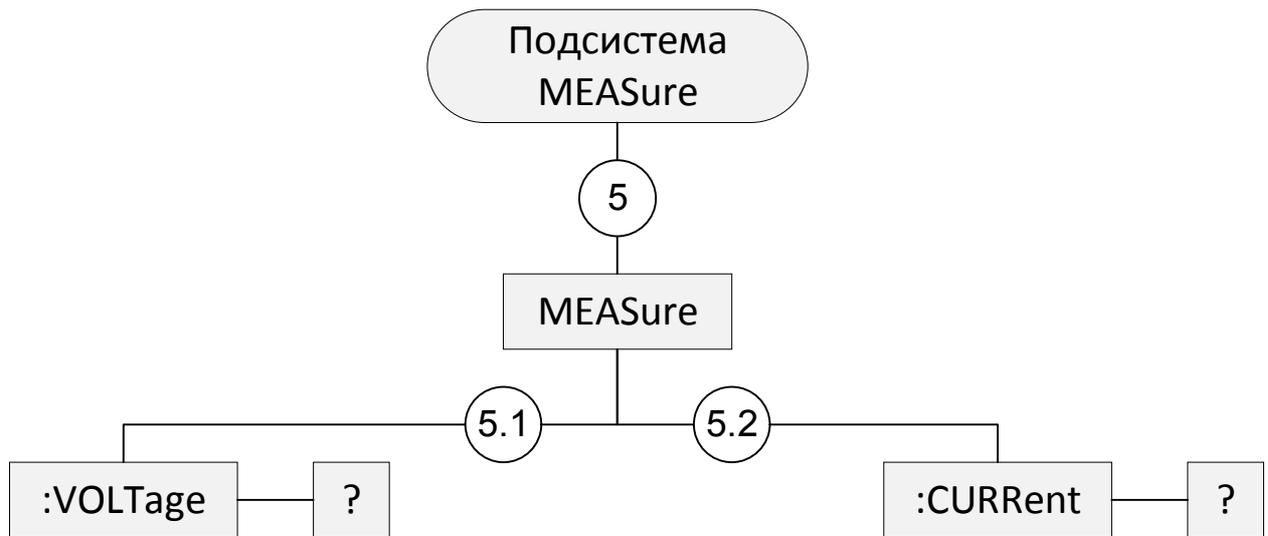
## Блок-схема 1. Перечень общих команд



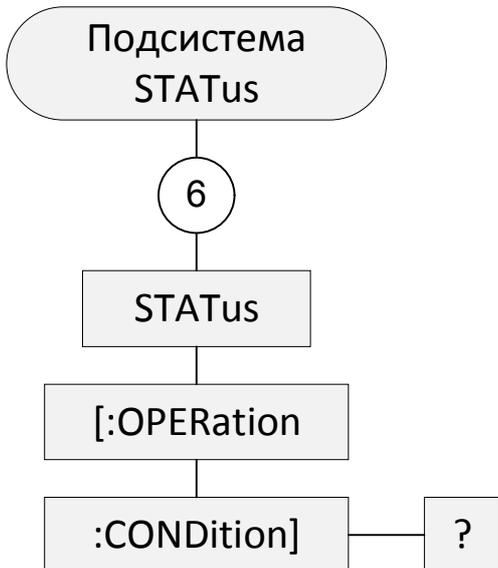
## Блок-схема 2. Команды стандарта SCPI. Подсистема SOURCE



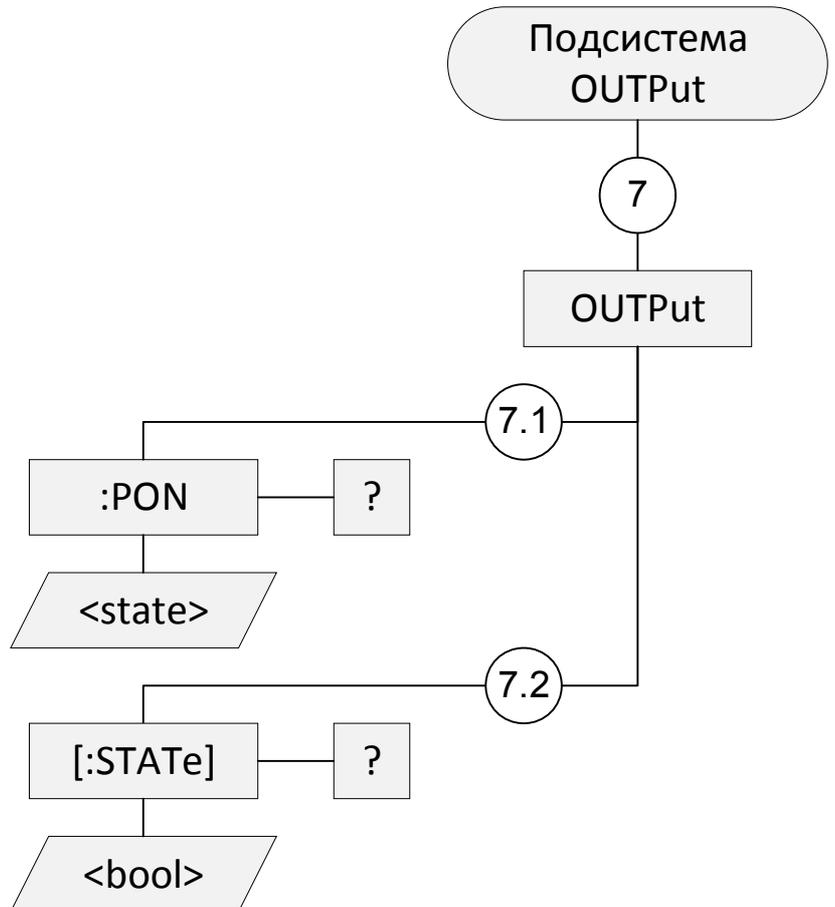
**Блок-схема 3. Команды стандарта SCPI.  
Подсистема MEASURE**



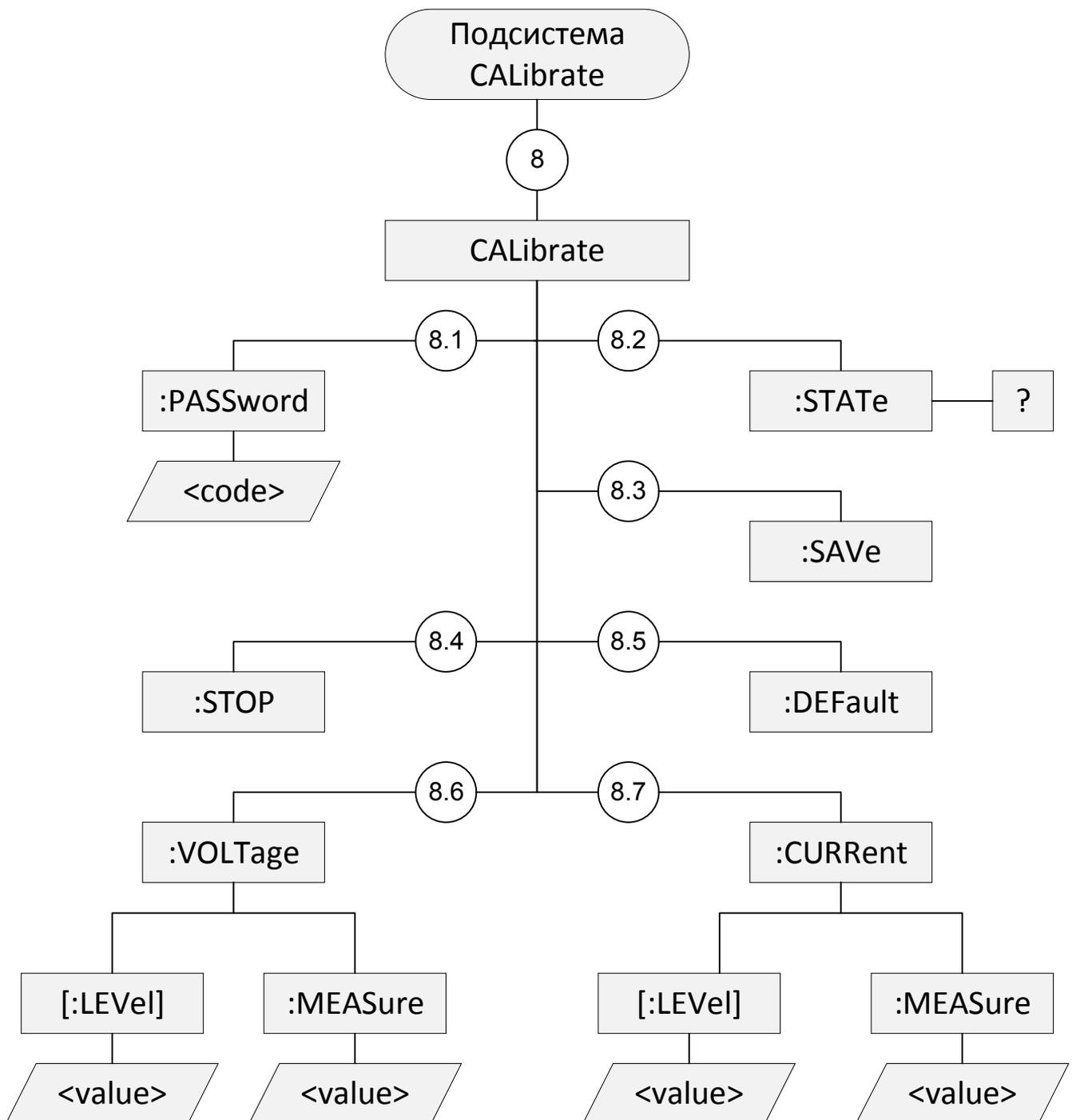
**Блок-схема 4.  
Команды стандарта SCPI.  
Подсистема STATUS**



**Блок-схема 5.  
Команды стандарта SCPI.  
Подсистема OUTPUT**



## Блок-схема 6. Команды стандарта SCPI. Подсистема CALIBRATE



## Блок-схема 7. Команды стандарта SCPI. Подсистема SYSTEM

