

ЭЛМЕТРО-ПКМ-А(Б)

Протокол удаленного доступа.

Руководство программиста.

Версия 1.0

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|----------|--|----------|
| 1 | ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| 2 | ТРЕБОВАНИЯ К АППАРАТНОЙ ЧАСТИ..... | 4 |
| 3 | ПАРАМЕТРЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К КАЛИБРАТОРУ | 4 |
| 4 | ОПИСАНИЕ ПРОТОКОЛА | 4 |
| 4.1 | Алгоритм вычисления контрольной суммы | 5 |
| 4.2 | Представление числовых значений..... | 5 |
| 5 | ПОРЯДОК РАБОТЫ С КАЛИБРАТОРОМ В РЕЖИМЕ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ | 5 |
| 5.1 | Измерение силы постоянного тока, напряжения постоянного тока и сопротивления постоянному току | 6 |
| 5.1.1 | Температурная компенсация погрешности измерений (самокалибровка) | 6 |
| 5.1.2 | Выбор поддиапазона измерения | 6 |
| 5.1.3 | Алгоритм измерения | 6 |
| 5.2 | Измерение сигналов термосопротивления | 6 |
| 5.3 | Измерение сигналов термопары | 6 |
| 5.4 | Воспроизведение силы постоянного тока, напряжения постоянного тока и сопротивления постоянному току | 7 |
| 5.5 | Воспроизведение сигналов термосопротивления | 8 |
| 5.6 | Воспроизведение сигналов термопары | 8 |
| 6 | ПЕРЕЧЕНЬ КОМАНД ПРОТОКОЛА | 8 |
| 6.1 | Команды идентификации устройства | 8 |
| 6.1.1 | Команда №166 – Чтение информации о калибраторе | 8 |
| 6.2 | Команды измерения физических величин | 9 |
| 6.2.1 | Команда №40 – Измерение силы тока (диапазон -22 ... 22 мА) | 9 |
| 6.2.2 | Команда №41 – Измерение напряжения (диапазон -100 ... 100 мВ) | 9 |
| 6.2.3 | Команда №42 – Измерение напряжения (диапазон -1 ... 1 В)..... | 9 |
| 6.2.4 | Команда №43 – Измерение напряжения (диапазон -10 ... 10 В)..... | 10 |
| 6.2.5 | Команда №44 – Измерение сопротивления (диапазон 0 ... 400 Ом)..... | 10 |
| 6.2.6 | Команда №45 – Измерение сопротивления (диапазон 0 ... 2 кОм) | 11 |
| 6.3 | Команды преобразования сигналов термосопротивления | 11 |
| 6.3.1 | Команда №52 – Установка типа термосопротивления | 11 |
| 6.3.2 | Команда №53 – Установка номинального сопротивления термопреобразователя | 11 |
| 6.3.3 | Команда №68 – Установка типа схемы измерения термосопротивления | 12 |
| 6.3.4 | Команда №69 – Измерение значения сопротивления проводов | 12 |
| 6.3.5 | Команда №70 – Установка значения сопротивления проводов | 12 |
| 6.3.6 | Команда №56 – Измерение выходного сигнала термосопротивления | 13 |
| 6.4 | Команды преобразования сигналов термопары | 13 |
| 6.4.1 | Команда №54 – Установка типа термопары | 13 |
| 6.4.2 | Команда №55 – Установка режима компенсации температуры свободных концов термопары | 14 |
| 6.4.3 | Команда №71 – Подготовка к измерению сигнала термопары..... | 14 |
| 6.4.4 | Команда №82 – Измерение выходного сигнала термопары | 15 |
| 6.4.5 | Команда №83 – Измерение выходного сигнала термопары | 15 |
| 6.5 | Команды воспроизведения физических величин | 16 |
| 6.5.1 | Команда №67 – Выбор источника питания для режима воспроизведения силы тока | 16 |
| 6.5.2 | Команда №46 – Установка целевого значения для режима воспроизведения силы тока | 16 |
| 6.5.3 | Команда №62 – Коррекция целевого значения для режима воспроизведения силы тока | 16 |
| 6.5.4 | Команда №49 – Уточнение воспроизводимого значения силы тока | 17 |
| 6.5.5 | Команда №47 – Установка целевого значения для режима воспроизведения напряжения | 17 |
| 6.5.6 | Команда №80 – Установка целевого значения для режима воспроизведения напряжения | 17 |

| | | |
|--------|---|----|
| 6.5.7 | Команда №63 – Коррекция целевого значения для режима воспроизведения напряжения..... | 18 |
| 6.5.8 | Команда №50 – Уточнение воспроизводимого значения напряжения..... | 18 |
| 6.5.9 | Команда №61 – Установка диапазона внешнего тока возбуждения для режима воспроизведения сопротивления..... | 18 |
| 6.5.10 | Команда №48 – Установка целевого значения для режима воспроизведения сопротивления..... | 19 |
| 6.5.11 | Команда №81 – Установка целевого значения для режима воспроизведения сопротивления..... | 19 |
| 6.5.12 | Команда №64 – Коррекция целевого значения для режима воспроизведения сопротивления..... | 20 |
| 6.5.13 | Команда №51 – Уточнение воспроизводимого значения сопротивления..... | 20 |
| 6.6 | Команды воспроизведения (имитации) сигналов термосопротивления..... | 20 |
| 6.6.1 | Команда №58 – Установка целевого значения для режима воспроизведения сигнала термосопротивления..... | 20 |
| 6.6.2 | Команда №65 – Коррекция целевого значения для режима воспроизведения (имитации) сигнала термосопротивления..... | 21 |
| 6.7 | Команды воспроизведения (имитации) сигналов термопары..... | 21 |
| 6.7.1 | Команда №59 – Установка целевого значения для режима воспроизведения сигнала термопары..... | 21 |
| 6.7.2 | Команда №66 – Коррекция целевого значения для режима воспроизведения (имитации) сигнала термопары..... | 22 |
| 6.7.3 | Команда №60 – Уточнение воспроизводимого значения сигнала термопары..... | 22 |

1 ВВЕДЕНИЕ

Протокол удаленного доступа предназначен для реализации удаленного управления калибратором ЭЛМЕТРО-ПКМ-А(Б) (далее – калибратор, прибор) в части измерения и воспроизведения сигналов.

2 ТРЕБОВАНИЯ К АППАРАТНОЙ ЧАСТИ

Для подключения калибратора к ПК необходимо, чтобы:

1. прибор был приобретен с опцией «USB», которая включает в себя адаптер для связи с ПК по интерфейсу USB;
2. ПК с наличием интерфейса USB.

3 ПАРАМЕТРЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К КАЛИБРАТОРУ

Для подключения к калибратору со стороны ПК используется виртуальный COM-порт. Параметры связи:

- скорость передачи данных – 9600 бод;
- контроль четности – нет;
- количество стоп-бит - 1.

4 ОПИСАНИЕ ПРОТОКОЛА

Управление калибратором осуществляется в режиме «запрос-ответ». В качестве ведущего устройства всегда выступает ПК, в качестве ведомого – калибратор. Информация передается в двоичном виде. Каждая команда представляет собой фиксированный набор транзакций вида «запрос-ответ», где запрос представляет собой посылку компьютером одного байта команды/данных в калибратор и прием ответного байта транзакции.

Схематически данный процесс представлен на рисунке 4.1.

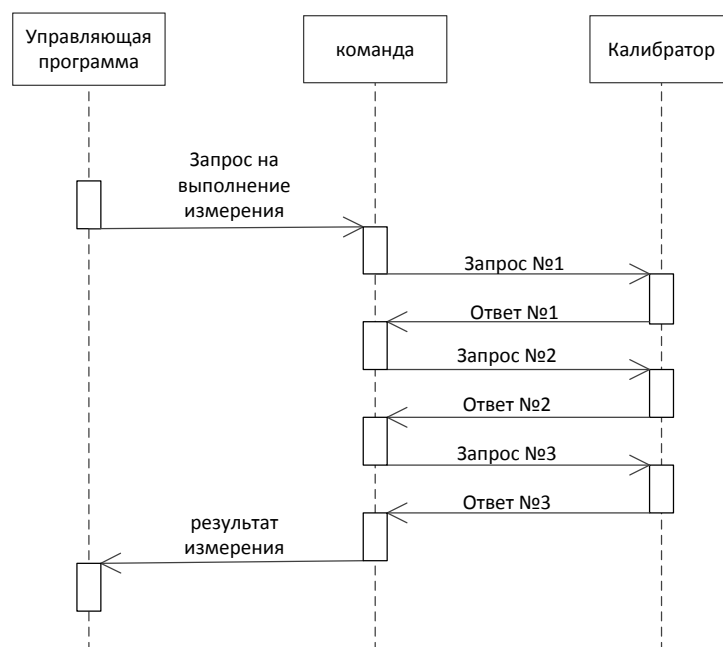


Рисунок 4.1

Выполнение команды калибратором начинается после приема первого запроса от ПК. После отправки калибратором ответа последней транзакции калибратор переходит в режим ожидания следующей команды.

Далее принята следующая схема описания команд протокола в виде таблицы:

| № | ПК | Калибратор |
|---|----|------------|
| 1 | A | B |
| 2 | C | D |
| 3 | E | F |

где:

- столбец 1 («№») – номер транзакции;
- столбец 2 («ПК») содержит байт данных, который посылает ПК в качестве запроса. Для чисел используется десятичная форма записи, если не указано иное;
- столбец 3 («Калибратор») содержит байт данных, который отправляет калибратор в ответ на запрос ПК в данной транзакции. Для чисел используется десятичная форма записи, если не указано иное.

В соответствии с вышеприведенной таблицей последовательность действий будет следующей:

1. ПК отправляет калибратору один байт с содержимым, указанным в поле A, и ожидает ответа от калибратора.
2. Калибратор, получив этот байт (A), отправляет в ответ один байт (B).
3. ПК получает ответ (B) от калибратора.
 - 3.1. Если в поле B таблицы указано константное значение (число), то ПК сверяет полученное значение со ожидаемым значением (указанным в поле B). При несовпадении значений команда считается не выполненной (помеха на линии связи ПК<->калибратор).
 - 3.2. Если в поле B таблицы указано не константное значение, то ПК запоминает это значение.
4. ПК выполняет следующую транзакцию (строка №2) согласно п. 1 – 3 и так до тех пор, пока не будут выполнены все транзакции.

Прерывание выполнения команды со стороны ПК не допускается. В случае, если ПК не получил ответ от калибратора в течение 3-х секунд, то считается, что связь с калибратором отсутствует.

В случае, если калибратор не получил запрос следующей транзакции (текущей выполняемой команды) от ПК в течение 3-х секунд, транзакция отменяется и вся команда считается не выполненной. Калибратор при этом выключается.

4.1 Алгоритм вычисления контрольной суммы

В некоторых командах для проверки корректности принятых данных используется контрольная сумма – сумма двоичных значений «по модулю 256».

4.2 Представление числовых значений

Для передачи / приема числовых значений используется формат IEEE754 32bit (float). Значение занимает 4 последовательно расположенных байта.

| Байт № | Обозначение | Содержимое |
|--------|-------------|------------------------------------|
| 1 | Value/1 | младший байт мантиссы (биты 0–7) |
| 2 | Value/2 | средний байт мантиссы (биты 8–15) |
| 3 | Value/3 | старший байт мантиссы (биты 16–23) |
| 4 | Value/4 | знак и порядок числа (биты 24–31) |

5 ПОРЯДОК РАБОТЫ С КАЛИБРАТОРОМ В РЕЖИМЕ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Для удаленного управления калибратором он должен находиться в главном пользовательском меню (по умолчанию после включения). Никакой дополнительной активации удаленного режима не требуется.

5.1 Измерение силы постоянного тока, напряжения постоянного тока и сопротивления постоянному току

5.1.1 Температурная компенсация погрешности измерений (самокалибровка)

Для уменьшения зависимости точности измерений от температуры в калибраторе применяется индивидуальная компенсация температурных уходов (самокалибровка) некоторых элементов калибратора. Однако, в том случае, если калибратор работает под управлением компьютера, такая компенсация не выполняется в реальном времени. Если во время выполнения измерений температура окружающего воздуха не меняется, допустимо не проводить самокалибровку в течение длительного промежутка времени (возможно, в течение всего цикла измерений). Но если температура окружающего воздуха значительно меняется во время выполнения измерений или необходим длительный по времени цикл непрерывных измерений, рекомендуется периодически давать команду калибратору (посредством указания т.н. «флага самокалибровки») на принудительное проведение самокалибровки.

Так как самокалибровка занимает некоторое время, в течение которого калибратор не выдает измерения, то окончательное решение о проведении принудительной самокалибровки принимает программное обеспечение пользователя. В том случае, если на периодичность измерений не накладываются серьезные требования, самым простым решением будет устанавливать флаг самокалибровки один раз на 1000 измерений (число выбирается пользователем). Иначе, пользовательское ПО должно принимать решение о принудительной самокалибровке на основе собственных критериев, либо на условия окружающей среды во время проведения точных измерений должны накладываться соответствующие требования.

5.1.2 Выбор поддиапазона измерения

Для повышения точности диапазон каждого типа измерения (сила постоянного тока, напряжение постоянного тока, сопротивление постоянному току) разбит на несколько поддиапазонов, каждый из которых имеет заданную точность. Главным критерием выбора поддиапазона является диапазон изменения измеряемой величины.

5.1.3 Алгоритм измерения

Для выполнения измерения электрических сигналов следует использовать одну из следующих команд протокола:

| Тип измерения | Диапазон | Команда |
|--|-----------------|---------|
| Измерение силы постоянного тока | -22 ... 22 мА | №40 |
| Измерение напряжения постоянного тока | -100 ... 100 мВ | №41 |
| | -1 ... 1 В | №42 |
| | -10 ... 10 В | №43 |
| | 0 ... 400 Ом | №44 |
| Измерение сопротивления постоянному току | 0 ... 2 кОм | №45 |

5.2 Измерение сигналов термосопротивления

Перед началом измерения следует выбрать тип (команда №52) и номинал (команда №53) измеряемого термосопротивления, а также схему измерения (команда №68). После этого выполняется циклическое чтение измеряемой величины командой №56.

5.3 Измерение сигналов термопары

Перед началом измерения следует выбрать тип (команда №54) термопары и выбрать режим компенсации температуры свободных концов термопары (команда №55). Затем необходимо однократно выполнить команду подготовки к измерению сигнала термопары (команда №71). После этого выполняется циклическое чтение измеряемой величины командой №82 или №83.

5.4 Воспроизведение силы постоянного тока, напряжения постоянного тока и сопротивления постоянному току

Для воспроизведения силы постоянного тока, напряжения постоянного тока и сопротивления постоянному току в калибраторе применяется метод последовательного приближения, для которого необходимо выполнить некоторое количество уточняющих итераций (контрольных измерений). Процесс уточнения выполняется до тех пор, пока значение воспроизводимой величины находится вне допустимых пределов.

Алгоритм воспроизведения в общем виде показан на рисунке 5.1.

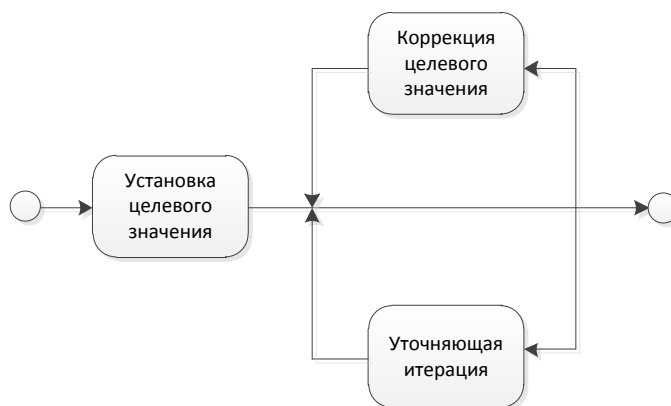


Рисунок 5.1

Алгоритм имеет 2 этапа:

1. Установка целевого значения для воспроизведения.
2. Итерационный процесс уточнения установленного значения (последовательное приближение). При этом в ответе соответствующей команды содержится текущее установленное значение на выходе калибратора на данной итерации. Итерационный процесс можно прекратить после того, как разница между этим значением и целевым станет меньше допустимой погрешности.

Для воспроизведения не константных (не постоянных во времени) сигналов имеется возможность коррекции целевого значения во время итерационного процесса. В отличие от установки целевого значения она выполняется существенно быстрее. После выполнения коррекции целевого значения итерационный процесс последовательного приближения следует начать заново (с новым целевым значением).

| Тип | № команды | | | |
|--|---|---|-----------------------------|-----------|
| | Установка целевого значения с автоматическим выбором поддиапазона воспроизведения | Установка целевого значения с ручным выбором поддиапазона воспроизведения | Коррекция целевого значения | Уточнение |
| Воспроизведение силы постоянного тока | №46 | | №62 | №49 |
| Воспроизведение напряжения постоянного тока | №47 | №80 | №63 | №50 |
| Воспроизведение сопротивления постоянному току | №48 | №81 | №64 | №51 |

5.5 Воспроизведение сигналов термосопротивления

Алгоритм воспроизведения сигнала термосопротивления аналогичен описанному в п. 5.4 алгоритму воспроизведения сигналов тока / напряжения / сопротивления.

Перед началом воспроизведения следует выбрать тип (команда №52) и номинал (команда №53) измеряемого термосопротивления, а также схему измерения (команда №68). Затем следует выполнить установку целевого значения и итерационный процесс уточнения значения с помощью команд, приведенных в таблице ниже.

| Тип | № команды | | |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------|
| | Установка целевого значения | Коррекция целевого значения | Уточнение |
| Воспроизведение сигнала термосопротивления | №58 | №65 | №51 |

5.6 Воспроизведение сигналов термопары

Алгоритм воспроизведения сигнала термопары аналогичен описанному в п. 5.4 алгоритму воспроизведения сигналов тока / напряжения / сопротивления.

Перед началом воспроизведения следует выбрать тип (команда №54) термопары и выбрать режим компенсации температуры свободных концов термопары (команда №55). Затем следует выполнить установку целевого значения и итерационный процесс уточнения значения с помощью команд, приведенных в таблице ниже.

| Тип | Команда № | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------|
| | Установка целевого значения | Коррекция целевого значения | Уточнение |
| Воспроизведение сигнала термопары | №59 | №66 | №60 |

6 ПЕРЕЧЕНЬ КОМАНД ПРОТОКОЛА

6.1 Команды идентификации устройства

6.1.1 Команда №166 – Чтение информации о калибраторе

Команда выполняет чтение идентификационной информации о калибраторе (серийный номер, номер аппаратной ревизии, версия встроенного программного обеспечения).

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|-----|------------|
| 1 | 166 | 166 |
| 2 | 166 | HW_Ver |
| 3 | 166 | FW_Major |
| 4 | 166 | FW_Minor |
| 5 | 166 | FW_Build |
| 6 | 166 | SN_LoByte |
| 7 | 166 | SN_HiByte |
| 8 | 166 | Checksum |

где:

1. HW_Ver – номер аппаратной ревизии калибратора.
2. FW_Major, FW_Minor, FW_Build – версия встроенного программного обеспечения калибратора в формате FW_Major.FW_Minor.FW_Build.
3. SN_LoByte, SN_HiByte – серийный номер калибратора в формате двухбайтового целого числа (SN_HiByte – старший байт, SN_LoByte – младший байт числа).
4. CheckSum – контрольная сумма байтов HW_Ver ... SN_HiByte.

6.2 Команды измерения физических величин

6.2.1 Команда №40 – Измерение силы тока (диапазон -22 ... 22 мА)

Калибратор выполняет измерение значения силы постоянного тока в диапазоне -22 ... 22 мА и возвращает измеренное значение.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 40 | 40 |
| 2 | SelfCal | SelfCal |
| 3 | 40 | Value/1 |
| 4 | 40 | Value/2 |
| 5 | 40 | Value/3 |
| 6 | 40 | Value/4 |
| 7 | 40 | Checksum |

где:

1. SelfCal – флаг самокалибровки. Допустимые значения:

| Значение | Описание |
|----------|---|
| 1 | Выполнить самокалибровку перед измерением |
| 0 | Не выполнять самокалибровку |

2. Value – измеренное значение в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – мА.
3. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.2.2 Команда №41 – Измерение напряжения (диапазон -100 ... 100 мВ)

Калибратор выполняет измерение значения напряжения постоянного тока в диапазоне -100 ... 100 мВ и возвращает измеренное значение.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 41 | 41 |
| 2 | SelfCal | SelfCal |
| 3 | 41 | Value/1 |
| 4 | 41 | Value/2 |
| 5 | 41 | Value/3 |
| 6 | 41 | Value/4 |
| 7 | 41 | Checksum |

где:

1. SelfCal – флаг самокалибровки. Допустимые значения:

| Значение | Описание |
|----------|---|
| 1 | Выполнить самокалибровку перед измерением |
| 0 | Не выполнять самокалибровку |

2. Value – измеренное значение в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – мВ.
3. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.2.3 Команда №42 – Измерение напряжения (диапазон -1 ... 1 В)

Калибратор выполняет измерение значения напряжения постоянного тока в диапазоне -1 ... 1 В и возвращает измеренное значение.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 42 | 42 |
| 2 | SelfCal | SelfCal |
| 3 | 42 | Value/1 |
| 4 | 42 | Value/2 |
| 5 | 42 | Value/3 |
| 6 | 42 | Value/4 |
| 7 | 42 | Checksum |

где:

1. SelfCal – флаг самокалибровки. Допустимые значения:

| Значение | Описание |
|----------|---|
| 1 | Выполнить самокалибровку перед измерением |
| 0 | Не выполнять самокалибровку |

2. Value – измеренное значение в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – В.
3. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.2.4 Команда №43 – Измерение напряжения (диапазон -10 ... 10 В)

Калибратор выполняет измерение значения напряжения постоянного тока в диапазоне -10 ... 10 В и возвращает измеренное значение.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 43 | 43 |
| 2 | SelfCal | SelfCal |
| 3 | 43 | Value/1 |
| 4 | 43 | Value/2 |
| 5 | 43 | Value/3 |
| 6 | 43 | Value/4 |
| 7 | 43 | Checksum |

где:

1. SelfCal – флаг самокалибровки. Допустимые значения:

| Значение | Описание |
|----------|---|
| 1 | Выполнить самокалибровку перед измерением |
| 0 | Не выполнять самокалибровку |

2. Value – измеренное значение в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – В.
3. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.2.5 Команда №44 – Измерение сопротивления (диапазон 0 ... 400 Ом)

Калибратор выполняет измерение значения сопротивления постоянному току в диапазоне 0 ... 400 Ом и возвращает измеренное значение.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 44 | 44 |
| 2 | SelfCal | SelfCal |
| 3 | 44 | Value/1 |
| 4 | 44 | Value/2 |
| 5 | 44 | Value/3 |
| 6 | 44 | Value/4 |
| 7 | 44 | Checksum |

где:

1. SelfCal – флаг самокалибровки. Допустимые значения:

| Значение | Описание |
|----------|---|
| 1 | Выполнить самокалибровку перед измерением |
| 0 | Не выполнять самокалибровку |

2. Value – измеренное значение в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – Ом.
3. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.2.6 Команда №45 – Измерение сопротивления (диапазон 0 ... 2 кОм)

Калибратор выполняет измерение значения сопротивления постоянному току в диапазоне 0 ... 2 кОм и возвращает измеренное значение.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 45 | 45 |
| 2 | SelfCal | SelfCal |
| 3 | 45 | Value/1 |
| 4 | 45 | Value/2 |
| 5 | 45 | Value/3 |
| 6 | 45 | Value/4 |
| 7 | 45 | CheckSum |

где:

1. SelfCal – флаг самокалибровки. Допустимые значения:

| Значение | Описание |
|----------|---|
| 1 | Выполнить самокалибровку перед измерением |
| 0 | Не выполнять самокалибровку |

2. Value – измеренное значение в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – кОм.
3. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.3 Команды преобразования сигналов термосопротивления

6.3.1 Команда №52 – Установка типа термосопротивления

Команда устанавливает тип измеряемого / воспроизводимого термосопротивления.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|------|------------|
| 1 | 52 | 52 |
| 2 | Type | Type |

где:

1. Type – устанавливаемый тип термосопротивления. Допустимые значения:

| Значение | Описание |
|----------|--|
| 0 | П ($\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) |
| 1 | Pt ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) |
| 2 | М ($\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) |
| 3 | М/Cu ($\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) |
| 4 | Н ($\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) |

6.3.2 Команда №53 – Установка номинального сопротивления термопреобразователя

Команда устанавливает значение номинального сопротивления измеряемого / воспроизводимого термопреобразователя.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 53 | 53 |
| 2 | Nominal | Nominal |

где:

1. Nominal – устанавливаемое номинальное сопротивление термопреобразователя.

Допустимые значения:

| Значение | Описание |
|----------|----------|
| 0 | 10 Ом |
| 1 | 50 Ом |
| 2 | 100 Ом |
| 3 | 200 Ом |
| 4 | 500 Ом |
| 5 | 1000 Ом |
| 6 | 53 Ом |
| 7 | 46 Ом |

6.3.3 Команда №68 – Установка типа схемы измерения термосопротивления

Команда устанавливает тип схемы измерения термосопротивления.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|----------|------------|
| 1 | 68 | 68 |
| 2 | WireMode | WireMode |

где:

1. WireMode – тип схемы измерения. Допустимые значения:

| Значение | Описание |
|----------|--------------------|
| 2 | 3-хпроводная схема |
| 3 | 4-хпроводная схема |

6.3.4 Команда №69 – Измерение значения сопротивления проводов

Команда выполняет измерение сопротивления проводов при подключении термосопротивления по 3-хпроводной схеме.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|----|------------|
| 1 | 69 | 69 |
| 2 | 69 | Value/1 |
| 3 | 69 | Value/2 |
| 4 | 69 | Value/3 |
| 5 | 69 | Value/4 |
| 6 | 69 | Checksum |

где:

1. Value – измеренное значение в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – Ом.
2. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.3.5 Команда №70 – Установка значения сопротивления проводов

Команда выполняет установку константного значения в качестве сопротивления проводов при подключении термосопротивления по 3-хпроводной схеме.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 70 | 70 |
| 2 | Value/1 | Value/1 |
| 3 | Value/2 | Value/2 |
| 4 | Value/3 | Value/3 |
| 5 | Value/4 | Value/4 |
| 6 | 70 | Checksum |

где:

1. Value – устанавливаемое значение сопротивления проводов в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – Ом.
2. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.3.6 Команда №56 – Измерение выходного сигнала термосопротивления

Калибратор выполняет измерение выходного сигнала термосопротивления и возвращает измеренное значение.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|----|------------|
| 1 | 56 | 56 |
| 2 | 56 | Value/1 |
| 3 | 56 | Value/2 |
| 4 | 56 | Value/3 |
| 5 | 56 | Value/4 |
| 6 | 56 | Checksum |

где:

1. Value – измеренное значение в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – °C.
2. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.4 Команды преобразования сигналов термопары**6.4.1 Команда №54 – Установка типа термопары**

Команда устанавливает тип измеряемой / воспроизводимой термопары.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|------|------------|
| 1 | 54 | 54 |
| 2 | Type | Type |

где:

1. Type – устанавливаемый тип термопары. Допустимые значения:

| Значение | Описание |
|----------|----------|
| 0 | R (ПП) |
| 1 | S (ПП) |
| 2 | B (ПР) |
| 3 | J (ЖК) |
| 4 | T (МК) |
| 5 | E (ХКн) |
| 6 | K (ХА) |
| 7 | N (НН) |
| 8 | A-1 (ВР) |
| 9 | A-2 (ВР) |
| 10 | A-3 (ВР) |
| 11 | L (ХК) |
| 12 | M (ТМК) |

6.4.2 Команда №55 – Установка режима компенсации температуры свободных концов термопары

Команда устанавливает режим компенсации температуры свободных концов измеряемой / воспроизводимой термопары. Также, она устанавливает значение температуры, если в качестве текущего выбран режим константного значения.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 55 | 55 |
| 2 | Value/1 | Value/1 |
| 3 | Value/2 | Value/2 |
| 4 | Value/3 | Value/3 |
| 5 | Value/4 | Value/4 |
| 6 | 55 | Checksum |
| 7 | Mode | Mode |

где:

- Value – значение температуры свободных концов термопары в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – °C.
- Checksum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.
- Mode – режим компенсации температуры свободных концов термопары. Допустимые значения:

| Значение | Описание |
|----------|---|
| 1 | Константное значение температуры свободных концов термопары. |
| 2 | Температура свободных концов термопары измеряется внешним термозондом. В этом случае значение температуры в запросе ПК должно быть равно 0.0. |

6.4.3 Команда №71 – Подготовка к измерению сигнала термопары

Команда выполняет инициализацию калибратора перед измерением сигнала термопары. Выполняется однократно при конфигурировании режима.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|----|------------|
| 1 | 71 | 71 |
| 2 | 71 | 71 |

6.4.4 Команда №82 – Измерение выходного сигнала термопары

Калибратор выполняет измерение выходного сигнала термопары и возвращает измеренное значение в °C, а также температуру свободных концов термопары.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|----|----|-------------|
| 1 | 82 | 82 |
| 2 | 82 | Value_TH/1 |
| 3 | 82 | Value_TH/2 |
| 4 | 82 | Value_TH/3 |
| 5 | 82 | Value_TH/4 |
| 6 | 82 | Checksum_TH |
| 7 | 82 | 82 |
| 8 | 82 | Value_TC/1 |
| 9 | 82 | Value_TC/2 |
| 10 | 82 | Value_TC/3 |
| 11 | 82 | Value_TC/4 |
| 12 | 82 | Checksum_TC |

где:

1. Value_TH – измеренное значение выходного сигнала термопары в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – °C.
2. Value_TC – измеренное значение температуры свободных концов термопары в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – °C.
3. Checksum_TH – контрольная сумма байтов Value_TH/1 ... Value_TH/4.
4. Checksum_TC – контрольная сумма байтов Value_TC/1 ... Value_TC/4.

6.4.5 Команда №83 – Измерение выходного сигнала термопары

Калибратор выполняет измерение выходного сигнала термопары и возвращает измеренное значение в мВ, а также температуру свободных концов термопары.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|----|----|-------------|
| 1 | 83 | 83 |
| 2 | 83 | Value_UH/1 |
| 3 | 83 | Value_UH/2 |
| 4 | 83 | Value_UH/3 |
| 5 | 83 | Value_UH/4 |
| 6 | 83 | Checksum_UH |
| 7 | 83 | 83 |
| 8 | 83 | Value_TC/1 |
| 9 | 83 | Value_TC/2 |
| 10 | 83 | Value_TC/3 |
| 11 | 83 | Value_TC/4 |
| 12 | 83 | Checksum_TC |

где:

1. Value_UH – измеренное значение выходного сигнала термопары в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – мВ.
2. Value_TC – измеренное значение температуры свободных концов термопары в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – °C.
3. Checksum_UH – контрольная сумма байтов Value_UH/1 ... Value_UH/4.
4. Checksum_TC – контрольная сумма байтов Value_TC/1 ... Value_TC/4.

6.5 Команды воспроизведения физических величин

6.5.1 Команда №67 – Выбор источника питания для режима воспроизведения силы тока

Команда устанавливает тип источника питания для режима воспроизведения силы постоянного тока.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|--------|------------|
| 1 | 67 | 67 |
| 2 | Source | Source |

где:

1. Source – устанавливаемый тип источника питания. Допустимые значения:

| Значение | Описание |
|----------|---|
| 0 | Внутренний источник |
| 1 | Внешний источник (калибратор в режиме симуляции тока) |

6.5.2 Команда №46 – Установка целевого значения для режима воспроизведения силы тока

Команда выполняет установку целевого значения для режима воспроизведения силы постоянного тока.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 46 | 46 |
| 2 | Value/1 | Value/1 |
| 3 | Value/2 | Value/2 |
| 4 | Value/3 | Value/3 |
| 5 | Value/4 | Value/4 |
| 6 | 46 | Checksum |

где:

1. Value – устанавливаемое целевое значение в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – мА.
2. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.5.3 Команда №62 – Коррекция целевого значения для режима воспроизведения силы тока

Команда выполняет коррекцию целевого значения для режима воспроизведения силы постоянного тока. Она выполняется существенно быстрее команды №46, т.к. в процессе обработки команды не осуществляется самокалибровка.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 62 | 62 |
| 2 | Value/1 | Value/1 |
| 3 | Value/2 | Value/2 |
| 4 | Value/3 | Value/3 |
| 5 | Value/4 | Value/4 |
| 6 | 62 | Checksum |

где:

1. Value – устанавливаемое целевое значение в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – мА.
2. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.5.4 Команда №49 – Уточнение воспроизводимого значения силы тока

Команда выполняет уточняющую итерацию воспроизводимого значения силы постоянного тока.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|----|------------|
| 1 | 49 | 49 |
| 2 | 49 | Value/1 |
| 3 | 49 | Value/2 |
| 4 | 49 | Value/3 |
| 5 | 49 | Value/4 |
| 6 | 49 | Checksum |

где:

1. Value – текущее воспроизводимое значение силы постоянного тока в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – мА.
2. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.5.5 Команда №47 – Установка целевого значения для режима воспроизведения напряжения

Команда выполняет установку целевого значения для режима воспроизведения напряжения постоянного тока. Поддиапазон воспроизведения напряжения выбирается калибратором автоматически, исходя из целевого значения.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 47 | 47 |
| 2 | Value/1 | Value/1 |
| 3 | Value/2 | Value/2 |
| 4 | Value/3 | Value/3 |
| 5 | Value/4 | Value/4 |
| 6 | 47 | Checksum |

где:

1. Value – устанавливаемое целевое значение в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – В.
2. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.5.6 Команда №80 – Установка целевого значения для режима воспроизведения напряжения

Команда выполняет установку целевого значения для режима воспроизведения напряжения постоянного тока. В отличие от команды №47 поддиапазон воспроизведения напряжения должен быть выбран пользователем вручную.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 80 | 80 |
| 2 | Range | Range |
| 3 | Value/1 | Value/1 |
| 4 | Value/2 | Value/2 |
| 5 | Value/3 | Value/3 |
| 6 | Value/4 | Value/4 |
| 7 | 80 | Checksum |

где:

1. Range – устанавливаемый поддиапазон воспроизведения напряжения. Допустимые значения:

| Значение | Описание |
|----------|--------------|
| 0 | 0 ... 100 мВ |
| 1 | 0 ... 1 В |
| 2 | 0 ... 5 В |

2. Value – устанавливаемое целевое значение в формате IEE754 32bit (float), единицы измерения – В.
3. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.5.7 Команда №63 – Коррекция целевого значения для режима воспроизведения напряжения

Команда выполняет коррекцию целевого значения для режима воспроизведения напряжения постоянного тока. Она выполняется существенно быстрее команд №47 и №80, т.к. в процессе обработки команды не осуществляется самокалибровка.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 63 | 63 |
| 2 | Value/1 | Value/1 |
| 3 | Value/2 | Value/2 |
| 4 | Value/3 | Value/3 |
| 5 | Value/4 | Value/4 |
| 6 | 63 | CheckSum |

где:

1. Value – устанавливаемое целевое значение в формате IEE754 32bit (float), единицы измерения – В.
2. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.5.8 Команда №50 – Уточнение воспроизводимого значения напряжения

Команда выполняет уточняющую итерацию воспроизводимого значения напряжения постоянного тока.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|----|------------|
| 1 | 50 | 50 |
| 2 | 50 | Value/1 |
| 3 | 50 | Value/2 |
| 4 | 50 | Value/3 |
| 5 | 50 | Value/4 |
| 6 | 50 | CheckSum |

где:

1. Value – текущее воспроизводимое значение напряжения постоянного тока в формате IEE754 32bit (float), единицы измерения – В.
2. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.5.9 Команда №61 – Установка диапазона внешнего тока возбуждения для режима воспроизведения сопротивления

Команда устанавливает диапазон внешнего тока возбуждения для режима воспроизведения сопротивления в поддиапазоне 0 ... 400 Ом.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 61 | 61 |
| 2 | Current | Current |

где:

1. Current – устанавливаемый диапазон внешнего тока возбуждения. Допустимые значения:

| Значение | Описание |
|----------|----------|
| 0 | < 1.3 мА |
| 1 | < 2.5 мА |

6.5.10 Команда №48 – Установка целевого значения для режима воспроизведения сопротивления

Команда выполняет установку целевого значения для режима воспроизведения сопротивления постоянному току. Поддиапазон воспроизведения сопротивления выбирается калибратором автоматически, исходя из целевого значения.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 48 | 48 |
| 2 | Value/1 | Value/1 |
| 3 | Value/2 | Value/2 |
| 4 | Value/3 | Value/3 |
| 5 | Value/4 | Value/4 |
| 6 | 48 | Checksum |

где:

1. Value – устанавливаемое целевое значение в формате IEEE754 32bit (float), единицы измерения – кОм.
2. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.5.11 Команда №81 – Установка целевого значения для режима воспроизведения сопротивления

Команда выполняет установку целевого значения для режима воспроизведения сопротивления постоянному току. В отличие от команды №48 поддиапазон воспроизведения сопротивления должен быть выбран пользователем вручную.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 81 | 81 |
| 2 | Range | Range |
| 3 | Value/1 | Value/1 |
| 4 | Value/2 | Value/2 |
| 5 | Value/3 | Value/3 |
| 6 | Value/4 | Value/4 |
| 7 | 81 | Checksum |

где:

1. Range – устанавливаемый поддиапазон воспроизведения напряжения. Допустимые значения:

| Значение | Описание |
|----------|--------------|
| 0 | 0 ... 400 Ом |
| 1 | 0 ... 2 кОм |

2. Value – устанавливаемое целевое значение в формате IEE754 32bit (float), единицы измерения – кОм.
3. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.5.12 Команда №64 – Коррекция целевого значения для режима воспроизведения сопротивления

Команда выполняет коррекцию целевого значения для режима воспроизведения сопротивления постоянному току. Она выполняется существенно быстрее команд №48 и №81, т.к. в процессе обработки команды не осуществляется самокалибровка.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 64 | 64 |
| 2 | Value/1 | Value/1 |
| 3 | Value/2 | Value/2 |
| 4 | Value/3 | Value/3 |
| 5 | Value/4 | Value/4 |
| 6 | 64 | CheckSum |

где:

1. Value – устанавливаемое целевое значение в формате IEE754 32bit (float), единицы измерения – кОм.
2. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.5.13 Команда №51 – Уточнение воспроизводимого значения сопротивления

Команда выполняет уточняющую итерацию воспроизводимого значения сопротивления постоянному току.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|----|------------|
| 1 | 51 | 51 |
| 2 | 51 | Value/1 |
| 3 | 51 | Value/2 |
| 4 | 51 | Value/3 |
| 5 | 51 | Value/4 |
| 6 | 51 | CheckSum |

где:

1. Value – текущее воспроизводимое значение сопротивления постоянному току в формате IEE754 32bit (float), единицы измерения – кОм.
2. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.6 Команды воспроизведения (имитации) сигналов термосопротивления

6.6.1 Команда №58 – Установка целевого значения для режима воспроизведения сигнала термосопротивления

Команда выполняет установку целевого значения для режима воспроизведения (имитации) сигнала термосопротивления.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 58 | 58 |
| 2 | Value/1 | Value/1 |
| 3 | Value/2 | Value/2 |
| 4 | Value/3 | Value/3 |
| 5 | Value/4 | Value/4 |
| 6 | 58 | Checksum |

где:

1. Value – устанавливаемое целевое значение в формате IEE754 32bit (float), единицы измерения – °C.
2. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.6.2 Команда №65 – Коррекция целевого значения для режима воспроизведения (имитации) сигнала термосопротивления

Команда выполняет коррекцию целевого значения для режима воспроизведения (имитации) сигнала термосопротивления. Она выполняется существенно быстрее команды №58, т.к. в процессе обработки команды не осуществляется самокалибровка.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 65 | 65 |
| 2 | Value/1 | Value/1 |
| 3 | Value/2 | Value/2 |
| 4 | Value/3 | Value/3 |
| 5 | Value/4 | Value/4 |
| 6 | 65 | Checksum |

где:

1. Value – устанавливаемое целевое значение в формате IEE754 32bit (float), единицы измерения – °C.
2. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.7 Команды воспроизведения (имитации) сигналов термопары

6.7.1 Команда №59 – Установка целевого значения для режима воспроизведения сигнала термопары

Команда выполняет установку целевого значения для режима воспроизведения (имитации) сигнала термопары.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 59 | 59 |
| 2 | Value/1 | Value/1 |
| 3 | Value/2 | Value/2 |
| 4 | Value/3 | Value/3 |
| 5 | Value/4 | Value/4 |
| 6 | 59 | Checksum |

где:

1. Value – устанавливаемое целевое значение в формате IEE754 32bit (float), единицы измерения – °C.
2. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.7.2 Команда №66 – Коррекция целевого значения для режима воспроизведения (имитации) сигнала термопары

Команда выполняет коррекцию целевого значения для режима воспроизведения (имитации) сигнала термопары. Она выполняется существенно быстрее команды №59, т.к. в процессе обработки команды не осуществляется самокалибровка.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|---|---------|------------|
| 1 | 66 | 66 |
| 2 | Value/1 | Value/1 |
| 3 | Value/2 | Value/2 |
| 4 | Value/3 | Value/3 |
| 5 | Value/4 | Value/4 |
| 6 | 66 | Checksum |

где:

1. Value – устанавливаемое целевое значение в формате IEE754 32bit (float), единицы измерения – °C.
2. CheckSum – контрольная сумма байтов Value/1 ... Value/4.

6.7.3 Команда №60 – Уточнение воспроизводимого значения сигнала термопары

Команда выполняет уточняющую итерацию воспроизводимого значения сигнала термопары.

Формат команды

| № | ПК | Калибратор |
|----|----|------------|
| 1 | 60 | 60 |
| 2 | 60 | Value U/1 |
| 3 | 60 | Value U/2 |
| 4 | 60 | Value U/3 |
| 5 | 60 | Value U/4 |
| 6 | 60 | Checksum U |
| 7 | 60 | 60 |
| 8 | 60 | Value T/1 |
| 9 | 60 | Value T/2 |
| 10 | 60 | Value T/3 |
| 11 | 60 | Value T/4 |
| 12 | 60 | Checksum T |

где:

1. Value_U – текущее воспроизводимое значение сигнала термопары в формате IEE754 32bit (float), единицы измерения – мВ.
2. CheckSum_U – контрольная сумма байтов Value_U/1 ... Value_U/4.
3. Value_T – текущее измеренное значение температуры свободных концов термопары в формате IEE754 32bit (float), единицы измерения – °C.
4. CheckSum_T – контрольная сумма байтов Value_T/1 ... Value_T/4.