

## Подключение термопреобразователей сопротивления по 2-х проводной схеме

Данный вид подключения термопреобразователей сопротивления (ТС) на практике используется сравнительно редко в силу очевидных причин:

- Изменяется эквивалентное сопротивление датчика, что ведет к дополнительной погрешности измерений, вносимой соединительными проводами. Так, например, подключение к измерителю ТС типа 50М кабелем с медными жилами сечением  $1\text{мм}^2$  приводит к дополнительной ошибке измерения в  $1,62^\circ\text{C}$  на каждые 10м длины кабеля.
- Соединительные провода сами по себе имеют температурный коэффициент изменения сопротивления ( $0,004/^\circ\text{C}$  – для меди), что также может вносить дополнительную погрешность в результаты измерения при колебаниях температуры окружающей среды, особенно, когда прокладка сигнальных кабелей осуществляется вне помещений.

Увеличить точность измерения с использованием 2-х проводной схемы подключения ТС можно, используя соединительные проводники минимальной длины и большого сечения, избегая, по возможности, дополнительных разъемных соединений в линии связи. В любом случае нужно соотносить реально получаемую при использовании такой схемы измерения точность и требования по точности к связке ТС + измерительный преобразователь.

Тем не менее, в случаях, когда 2-х проводная схема подключения ТС – единственный приемлемый способ подключения, а полученная суммарная погрешность не укладывается в нужные рамки – можно скомпенсировать сопротивление линии связи, используя возможности коррекции характеристик преобразования измерителя, а именно, изменить коэффициенты смещения и наклона передаточной характеристики, чтобы исключить сопротивление проводов из эквивалентного сопротивления собственно подключенного термопреобразователя ( $R_0$ ) (смещение) и максимально устранить «участие» этого дополнительного сопротивления в вычислении температуры по изменению сопротивления  $T(R)$  (наклон).

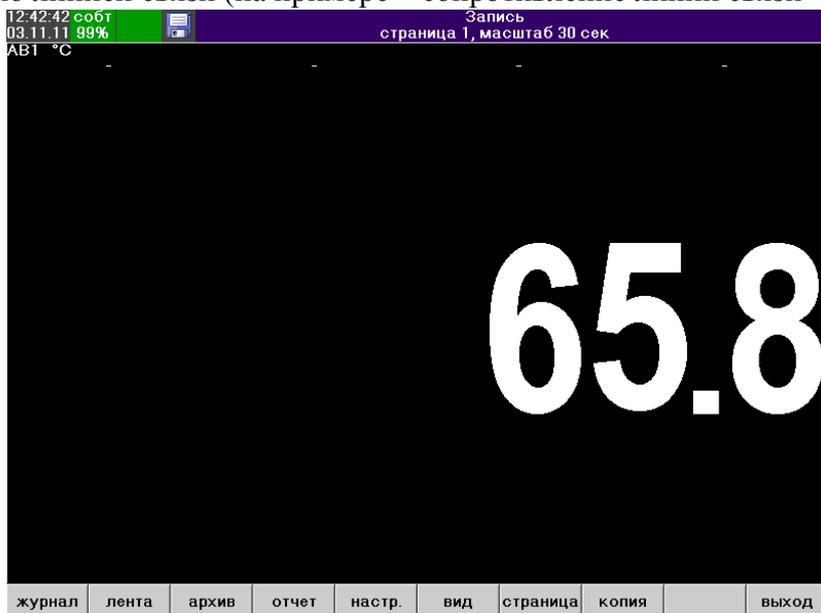
Рассмотрим наиболее простой практический способ вычисления коэффициентов наклона и смещения эквивалентной передаточной характеристики с использованием в качестве эталона магазина сопротивлений (или электронного калибратора электрических сигналов в режиме воспроизведения сигналов сопротивления или непосредственно температуры), на примере Регистратора Элметро-ВиЭР-104К, к измерительному каналу АВ которого подключен измерительный термопреобразователь сопротивления (ТС) по 2-х проводной линии связи, имеющей существенное (Омы- десятки Ом) сопротивление.

1. Подключить к каналу по 2-х проводной схеме (реальным используемым кабелем или его эквивалентом, имеющим такое же активное сопротивление) магазин сопротивлений. Сконфигурировать измерительный канал на соответствующий типоразмер ТС (скриншот окна настройки канала АВ из программы Rconfig):

| № | Событие | Уставка | Гистерезис | Действие 1 | Действие 2 |
|---|---------|---------|------------|------------|------------|
| 1 | ВВ      | 0       | 0          | нет        | нет        |
| 2 | В       | 0       | 0          | нет        | нет        |
| 3 | Н       | 0       | 0          | нет        | нет        |
| 4 | НН      | 0       | 0          | нет        | нет        |

2. Установить на магазине сопротивлений (калибраторе), сопротивление, соответствующее  $R_0$  данного типоразмера ТС (в данном примере – 100Ом).

3. На Регистраторе выйти в режим измерения и записать (запомнить) ошибку измерения, вносимую линией связи (на примере – сопротивление линии связи ~25 Ом):



4. В настройках канала АВ выбрать тип функции «пользовательская», «НПИ» - задать нижний рабочий предел измерений (°C), «ВПИ» (°C) - задать верхний рабочий предел измерений, указать единицы измерения – «°C», в поле «выражение» ввести выражение

Сигнал:

Схема изм.:

Тип:  Номинал:

Функция:

Разрядность:  НПИ:  ВПИ:  Ед.:

Выражение:

Фильтр:  Период:  Выборка:   CAN Tx

Описание:

| № | Событие                         | Уставка                        | Гистерезис                     | Действие 1                       | Действие 2                       |
|---|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | <input type="text" value="ВВ"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="нет"/> | <input type="text" value="нет"/> |
| 2 | <input type="text" value="В"/>  | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="нет"/> | <input type="text" value="нет"/> |
| 3 | <input type="text" value="Н"/>  | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="нет"/> | <input type="text" value="нет"/> |
| 4 | <input type="text" value="НН"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="0"/> | <input type="text" value="нет"/> | <input type="text" value="нет"/> |

вида:  $(a - b) \cdot k$ , где  $a$  – текущее значение измеренной каналом величины,  $b$  – коэфф. смещения передаточной характеристики, равный ошибке в измерении  $R_0$  с эквивалентом сопротивления ТС,  $k$  – коэфф. наклона передаточной характеристики (по-умолчанию равный 1 – его вычисление см. ниже). Записать измененную конфигурацию с прибор и убедиться, что ошибка измерения  $R_0$  скомпенсирована:



5. Задать на магазине сопротивлений (калибраторе) сопротивление, соответствующее верхнему пределу измеряемого диапазона (в примере – 500 °С). Используя показания прибора,



вычислить коэфф.  $k = T_{\text{заданн.}} / T_{\text{изм.}}$ . Ввести полученный коэффициент в пользовательское выражение и загрузить конфигурацию в прибор.

Функция

Разрядность  НПИ  ВПИ  Ед.

Выражение

6. При необходимости, проверить правильность скорректированной передаточной характеристики на произвольных точках внутри рабочего диапазона (в примере – 500 °С, 330 °С, 130 °С и -50 °С):



Примечание: т.к. эквивалентное сопротивление входит в передаточную характеристику преобразования  $T(R)$  нелинейно, после проведенной коррекции возможно наличие незначительных некомпенсированных ошибок, поэтому для расчета коэффициента наклона не следует использовать ВПИ, значительно превышающий реально-необходимый или выбирать его таким, чтобы эта ошибка была минимальна на интересующем участке рабочего диапазона ТС. Хотя, как правило, этого не требуется, т.к. возникающая термозависимость сопротивления линии связи при таком ее сопротивлении существенно больше данной некомпенсированной ошибки.