



- з) индикация параметров на мнемосхемах при получении сообщений о выходе параметра за границу аварийной или предупредительной уставки или возникновении неисправности;
- 2) загрузка значений параметров из базы данных центра сбора и обработки данных (ЦСОД);
- 3) запись операций диспетчера, регламентированных системой (квитирование сообщений, выдача команд) в архив ЦСОД.

Подсистема реализована с помощью SCADA-системы WinCC OA, а также на языке C# в среде программирования VisualStudio 2013.

Л.Э. Вилоп

УМЕНЬШЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ПОГРЕШНОСТИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ

(Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет))

В практике измерений физических величин встречаются случаи, когда допустимая погрешность измерения физической величины меньше предельной погрешности, которую самое точное (в соответствии с паспортными данными) средство измерения или отдельный измерительный преобразователь канала преобразования, выпускаемый промышленностью, может внести в результат измерения.

В современных измерительных системах таким функциональным узлом чаще всего является датчик. В некоторых случаях паспортное значение погрешности только самого точного датчика, выпускаемого промышленностью, без учёта погрешностей остальных измерительных преобразователей измерительного канала, превышает допустимую погрешность измерения физической величины.

Так, предельное значение погрешности измерения температуры самого точного платинового терморезистора с классом допуска А в соответствии с ГОСТ 6651-84 определяется формулой: $\Delta\Theta = \pm(0,15 + 0,002|\Theta|)^{\circ}\text{C}$. То есть предельное значение погрешности, вносимой в результат измерения температуры 0°C , составляет $\pm 0,15^{\circ}\text{C}$, что превышает допустимую погрешность измерения температуры хранения некоторых видов сельскохозяйственной продукции. Предельное значение погрешности, вносимой таким датчиком в результат измерения температуры $\pm 50^{\circ}\text{C}$ на входе в газотурбинный двигатель, составляет $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$, что соответствует полной допустимой погрешности измерения этой величины (бюджету погрешности) и исключает возможность реализации измерительного канала в целом. Схожие проблемы имеют место и при измерениях



высоких температур, например, $+900^{\circ}\text{C}$, при испытаниях газотурбинных двигателей.

Применение в ответственных случаях нескольких однотипных датчиков для одновременного измерения одной и той же физической величины с последующим усреднением результатов измерения не представляется правомерным, так как не гарантирует уменьшения погрешности измерения, определяемой для любого средства измерения как отклонение результата измерения международного эталона от его номинального значения.

Как правило, трудно устранимой является составляющая основной погрешности, вносимой мерой физической величины, используемой при градуировке измерительного канала в целом или отдельного измерительного преобразователя, например, того же датчика.

Уменьшение остальных составляющих основной погрешности измерительного канала, в большинстве случаев, менее проблематично. Так погрешность нелинейности, вносимая датчиком, может быть уменьшена до пренебрежимо малой величины кусочно-линейной аппроксимацией функции преобразования измерительного канала. Известными способами может быть уменьшена случайная погрешность (усреднением результатов измерений при условии неизменности измеряемой величины, увеличением разрядности аналого-цифрового преобразователя). В некоторых случаях (например, градуировкой только прямого хода в весоизмерительных системах) может быть уменьшена вариационная составляющая основной погрешности.

Для уменьшения некоторых составляющих дополнительной погрешности используется автокалибровка по входу измерительного канала или отдельной его части.

Единственной возможностью уменьшения составляющей основной погрешности, вносимой мерой физической величины, является дополнительная индивидуальная градуировка с использованием более точных средств измерения. Для датчика температуры это более точная мера температуры, воспроизводящая некоторое её значение, и более точное средство измерения выходной электрической величины датчика.

Например, для уменьшения аддитивной составляющей погрешности платинового терморезисторного датчика температуры может использоваться индивидуальная градуировка при температуре плавления льда равной 0°C , воспроизводимой с погрешностью, не превышающей $\pm 0,005^{\circ}\text{C}$.

Результирующая составляющая аддитивной погрешности датчика при этом будет определяться суммой погрешности меры физической величины (то есть $\pm 0,005^{\circ}\text{C}$) и приведенной к температуре погрешностью измерения сопротивления датчика, которая для платинового терморезистора определяется вы-

ражением: $\Delta\Theta = \frac{\Delta R}{\alpha R_{\Theta_0}}$, где: R_{Θ_0} – сопротивление терморезистора при $\Theta = 0^{\circ}\text{C}$;

$\alpha = 0,00391 \text{ 1/}^{\circ}\text{C}$ – температурный коэффициент сопротивления платины .



При использовании вольтметра В7-34 для измерения стоомного сопротивления терморезистора абсолютная погрешность равна $\pm 0,025$ Ом и

$$\Delta\Theta = \frac{\Delta R}{\alpha R_{\Theta_0}} = \frac{\pm 0,025}{0,00391 \cdot 100} = \pm 0,064^\circ \text{C}.$$

В расчёте на наихудший случай максимальное значение аддитивной составляющей погрешности терморезистора после такой индивидуальной градуировки равно: $\Delta\Theta_0 = 0,005 + 0,064 = 0,069^\circ \text{C}$ и формула определения погрешности такого терморезистора класса допуска А может быть записана в виде: $\Delta\Theta = \pm(0,069 + 0,002 |\Theta|)^\circ \text{C}$.

Меньшее значение предельной погрешности терморезистора может быть получено при использовании в качестве меры температуры тройной точки воды, воспроизводящей $0,01^\circ \text{C}$ с погрешностью, не превышающей $\pm 0,001^\circ \text{C}$, а в качестве средства измерения сопротивления более точного измерительного прибора, например, вольтметра В7-46.

Мультипликативная составляющая погрешности терморезистора может быть уменьшена индивидуальной градуировкой терморезисторов в других реперных точках международной практической температурной шкалы, например, в точке температуры кипения воды, воспроизводимой с погрешностью, не превышающей $\pm 0,001^\circ \text{C}$,

И.И. Волков, А.Г. Золин

РЕГУЛЯРИЗАЦИОННЫЙ ПОДХОД ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СМАЗАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ЛИНЕЙНЫМ СМАЗОМ

(Самарский государственный технический университет)

Современные космические системы высокодетального наблюдения (КСВН) Земли, для получения изображений используют съёмочные устройства на основе приборов с зарядовой связью (ПЗС). Для правильной работы в режиме накопления видеосигнала, необходимо, чтобы скорость движения космического аппарата была точно согласована с периодом опроса матрицы. На практике, это условие может нарушаться из-за ошибки вычисления скорости спутника и неточности задания частоты опроса ПЗС-матрицы. В результате возникают смазанные изображения [1].

Параметры смаза могут существенно варьироваться от долей до десятков пикселей и иметь как одну, так и две пространственные составляющие.

В настоящее время известны основные подходы к решению задачи восстановления смазанных изображений, однако их практическое применение связано с различными недостатками конкретных реализаций. В статье [1] рассматриваются два подхода: спектральный метод коррекции, основанный на исполь-