

артрозе, способствует уменьшению отёка тканей и предупреждает гипотрофию мышц, благоприятствует срастанию костей, способствует развитию кровеносных сосудов в зоне трофических нарушений, увеличивает число функционирующих сосудов. Это уникальный универсальный способ лечения сердечнососудистых заболеваний.

Еще одним из важнейших лечебных воздействий гравитационной терапии является улучшение оксигенации крови. Во время вращения на гравитационной центрифуге кровь обогащается кислородом, улучшается парциальное давление кислорода, значительно снижается количество углекислого газа в организме. При стрессах заставляют выделяется огромное количество гормонов — адреналин, норадреналин, тироксин, — которые забирают кислород. Гравитационная терапия позволяет восстановить кислородный баланс в организме, улучшает метаболизм в тканях.

Применение гравитационной терапии позволяет избежать дополнительных оперативных вмешательств у трети больных и ускоряет восстановление функций поврежденных конечностей. У больных хроническим остеомиелитом отмечается снижение в два раза количества послеоперационных осложнений и уменьшение сроков госпитализации. Гравитационная терапия оказалась эффективной и в лечении гипертонии, к концу курса гипертоникам удавалось снизить суточную дозу принимаемых препаратов в два с половиной раза.

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ УГЛА

В.М. Гречишников, О.Ю. Борисов, А.А. Юдин

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Одним из важнейших интегральных показателей точности функционирования цифровых преобразователей угла (ЦПУ) является достоверность преобразования [1], под которой понимается вероятность нахождения суммарной погрешности на выходе ЦПУ в пределах $\pm 0,5$ кванта. В связи с возрастанием требований к точности ЦПУ и большим объемом обрабатываемой информации создание таких устройств должно базироваться на максимальном использовании специализированных аппаратно-программных средств. В связи с этим в работе рассмотрены и проанализированы различные варианты построения таких устройств, основанных на методике, предложенной в [2].

Микропроцессорное устройство контроля достоверности ЦПУ, использующее цифру – аналоговые преобразователи, представлено на рис.1. Оно содержит оптическую делительную головку (ОДГ) со сквозным валом, торцы которого кинематически жестко связаны с измерительными

валами эталонного ЦПУ_э и поверяемого ЦПУ_п преобразователей. Перед проверкой показания обоих датчиков выставляются на ноль. Выходной код ЦПУ_п в виде k -разрядного параллельного двоичного кода подается на цифро-аналоговый преобразователь ЦАП 1. На ЦАП 2 подаются в старших разрядах n -разрядного кода с ЦПУ_э ($n > k$). Выходные сигналы ЦАП вычитаются в дифференциальном усилителе ДУ.

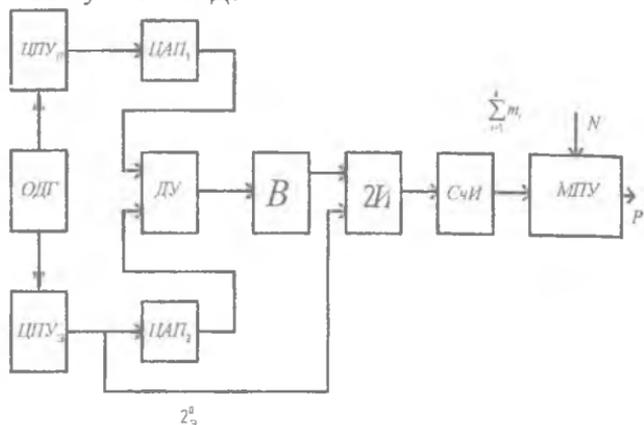


Рис. 1. Устройство контроля достоверности с использованием ЦАП

В результате на выходе ДУ формируется последовательность разнополярных импульсов, длительности которых определяют абсолютную величину погрешностей воспроизведения i -тых квантов, полярность определяет знак этих погрешностей. После выпрямления разностного сигнала с помощью выпрямителя B формируется последовательность однополярных импульсов $\{D_i\}$, длительности которых с помощью логического элемента 2И и счетчика импульсов измеряются по числу заполняющих их импульсов, формируемых в младшем разряде эталонного преобразователя. При повороте вала ОДГ на 360° в счетчике СчИ формируется сумма

$$e \sum_{i=1}^k |D_i| = T_{Сч} e \sum_{i=1}^k m_i, \quad (1)$$

где $T_{Сч}$ - пространственный период изменения сигнала в младшем разряде эталонного ЦПУ, m_i - число импульсов младшего разряда эталонного ЦПУ, соответствующих длительности импульса D_i .

Диапазон преобразования можно представить в виде $360 = N \cdot T_{Сч}$, где N - число периодов изменения сигнала в младшем разряде эталонного ЦПУ во всем диапазоне преобразования.

Вводя в микропроцессорное устройство (МПУ) полученные числовые значения $T_{сч} e^k m_i$ и $N \text{ ЧГ}_{сч}$, вычисляют значение достоверности преобразователя ЦПУ_п по формуле:

$$P = 1 - \frac{e^{-m_i}}{N} \quad (2)$$

Другой разновидностью микропроцессорных схем контроля достоверности является полностью цифровое устройство, показанное на рис.2. Цифровые коды поверяемого и эталонного ЦПУ параллельно подаются на схему сравнения кодов ССК и блок вычитания (БВ). С помощью ССК в процессе вращения вала ОДГ выделяются моменты равенства k – разрядного кода поверяемого и k старших разрядов эталонного ЦПУ. При этом входы ССК, предназначенные для подключения m младших разрядов поверяемого ЦПУ, заземляются, а его разрядные шины подключаются в порядке возрастания «веса» ко входам с номерами от $m + 1$ до n .

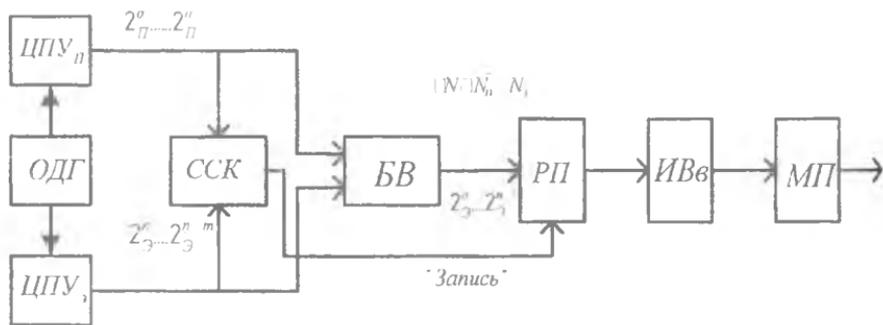


Рис. 2. Устройство контроля достоверности на основе схемы сравнения кодов

На выходе БВ формируется разность кодов эталонного и поверяемого ЦПУ, которая в момент прихода строба из ССК равна коду инструментальной ошибки в соответствующей точке диапазона преобразования. Знак этой разности определяет знак ошибки. Значение и знак погрешности по сигналу ССК записывается в регистр памяти РП, после чего по запросу микропроцессора через интерфейс ввода ИВв передается в оперативную память МП. При повороте вала на 360° в памяти МП формируется числовой массив, после обработки которого определяется искомое значение достоверности по формуле:

$$P = 1 - \frac{e^{-k} \sum_{j=0}^{k-1} a_j 2^{j-1}}{N} \quad (3)$$

Другая разновидность устройства контроля достоверности, реализованная на базе персонального компьютера (ПК), приведена на рис.3.

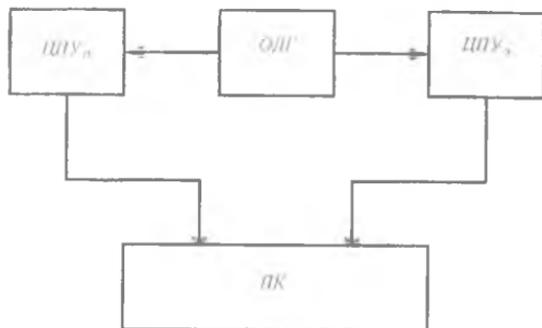


Рис 3. Устройство контроля достоверности на основе ПК

Также как и в предыдущей схеме механическая часть выполнена на основе (ОДГ) со сквозным валом, жестко связанным с противоположных сторон с измерительными валами эталонного ЦПУ, и поверяемого ЦПУ_н преобразователей. Выходные сигналы обоих преобразователей через интерфейсы ввода подключены к ПК. Алгоритм вычисления достоверности схематично показан на рис.3. Кроме выходных кодов ЦПУ_э и ЦПУ_н в память ПК заносится константа N , соответствующая числу периодов изменения сигнала в младшем разряде эталонного ЦПУ во всем диапазоне преобразования. По мере вращения вала в памяти ПК формируются суммы S_1 и S_2 , после чего вычисляются модули разностей этих сумм, соответствующие погрешностям воспроизведения уровней квантования D_f . Далее вычисляются количества периодов сигнала младшего разряда эталонного ЦПУ n_i , соответствующие погрешностям D_f . После вычисления суммы $\frac{1}{N} e^{-k} n_i$ производится расчет искомой достоверности преобразования по формуле (2).



Рис.4. Блок-схема алгоритма расчета достоверности ЦПУ в ПК

Проанализируем погрешность измерения достоверности на примере устройства, показанного на рис.1. В соответствии с [3] для расчета абсолютной погрешности можно воспользоваться формулой для погрешности косвенных измерений:

$$DP = e \cdot \sum_{i=1}^k \frac{\partial P}{\partial n_i} Dn_i + \frac{\partial P}{\partial N} DN \quad (4)$$

Нетрудно заметить, что первый член выражения (4) равен

$$e^{-k} \frac{P}{N} Dn_i = \frac{1}{N} e^{-k} Dn_i,$$

где Dn_i - методическая погрешность дискретизации, вызванная возможностью потери одного импульса на измеряемом интервале D_i . Поэтому естественно предположить, что все $D_i = 1$. Отсюда следует, что

$$\frac{1}{N} e^{-k} Dn_i = \frac{k}{N}, \quad (5)$$

где k -число уровней квантования поверяемого преобразователя, $k = 2^{n_n} n_{II}$ - информационная емкость поверяемого преобразователя.

Второй член выражения (4) равен

$$\frac{P}{N} DN = - \frac{1}{N^2} e^{-k} n_i. \quad (6)$$

После несложных преобразований получим

$$\frac{P}{N} DN = - \frac{1}{N} \frac{k}{N} e^{-k} n_i + 1 - \frac{1}{N} = \frac{1}{N} (1 - P). \quad (7)$$

Величина $(1-P)$ изменяется в диапазоне $0 \dots 1$, поэтому при достаточно больших значениях N данная погрешность пренебрежимо мала. Соответственно выражение для погрешности можно представить простым соотношением

$$DP = \frac{k}{N}. \quad (8)$$

Или

$$DP = \frac{2^{n_n}}{2^{n_1}} = 2^{-Dn}, \quad (9)$$

где $Dn = n_2 - n_{II}$.

Отсюда видно, что погрешность контроля достоверности тем меньше, чем меньше погрешность эталонного преобразователя. Если задано

допустимое значение DP , необходимое значение Dn может вычислено по соотношению

$$Dn = \log_2 \frac{2^{\frac{J}{2}} \cdot 1}{2^{\frac{J}{2}} DP_{дон}} \quad (10)$$

С учетом достоверности эталонного преобразователя P_3 выражение для абсолютной погрешности можно записать в виде [1]:

$$DP = \frac{k}{P_3 N}$$

Откуда

$$D^* n = \log_2 \frac{2^{\frac{J}{2}} \cdot 1}{2^{\frac{J}{2}} P_3 DP_{дон}} \quad (11)$$

Последнее выражение определяет необходимое соотношение между информационными характеристиками эталонного и поверяемого преобразователей исходя из требуемой погрешности контроля достоверности с учетом достоверности выходного кода эталонного преобразователя.

Выводы

1. Предложен метод контроля достоверности преобразования, основанный на формировании разностного сигнала поверяемого и эталонного преобразователей.

2. Рассмотрены принципы построения устройств контроля достоверности, основанные на формировании и обработке аналоговых и цифровых сигналов инструментальной ошибки. В первом случае массив погрешности формируется путем цифровой обработки промежуточного сигнала, представляющего собой последовательность импульсов, длительность которых определяет значение, а полярность — знак погрешности в рассматриваемой точке диапазона преобразования. Во втором случае массив формируется путем вычисления разности кода эталонного преобразователя и кода поверяемого преобразователя, дополненного нулями в младших разрядах.

3. Показано, что во всех случаях ошибка контроля достоверности определяется, в основном, весом младшего разряда кода эталонного ЦПУ. Установлена зависимость между допустимой погрешностью контроля, достоверностью эталонного ЦПУ и соотношением количества разрядов эталонного и поверяемого ЦПУ.

Список использованных источников

1. Домрачев В.Г., Мейко Б.С. Цифровые преобразователи угла: Принципы построения, теория точности, методы контроля. — М.: Энергоатомиздат, 1984.- 380 с.

2. Гречишников В.М., Гречишников С.В. Обобщенная математическая модель цифровых преобразователей перемещений и методы ее анализа [Текст] / Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Физико-математические науки». - Самара: изд-во СамГТУ. - 2008, вып.6. - С.11-119.

3. Гречишников В.М. Метрология и радиоизмерения [Текст]: учеб. Пособие / В.М.Гречишников. - Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та. - 2007. - 160с : ил.

СПОСОБ ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБОБЩЕННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

В.М. Гречишников, А.А.Юдин, О.Ю.Борисов

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

Достоверность аналого-цифрового преобразования относится к числу интегральных показателей точности цифровых преобразователей перемещений (ЦПП), характеризующих степень соответствия метрологических характеристик реального m - разрядного преобразователя метрологическим характеристикам идеального n - разрядного квантователя. Задача оценки достоверности часто возникает как на этапе формирования прогнозных оценок достоверности вновь разрабатываемых конструкций ЦПП, так и на этапе метрологической аттестации реальных преобразователей на различных стадиях их экспериментальной доводки – от макетных образцов до серийных изделий. С математической точки зрения под достоверностью преобразования понимается вероятность того, что суммарная погрешность преобразования не выходит за пределы $\pm 0,5\Delta$ [1].

$$P = \int_{-0,5\Delta}^{+0,5\Delta} f(\Delta_{\Sigma}) d\Delta_{\Sigma}, \quad (1)$$

где Δ - шаг квантования ЦПП, $f(\Delta_{\Sigma})$ - плотность распределения суммарной погрешности на выходе преобразователя.

В общем случае $f(\Delta_{\Sigma}) = f(\Delta_{мет}) * f(\Delta_{ин})$ - композиция плотности распределения методической погрешности квантования $\Delta_{мет}$ и инструментальной погрешности $\Delta_{ин}$. Из (1) следует, что достоверность преобразования по существу определяет значение доверительной вероятности нахождения суммарной погрешности в доверительном интервале $\pm \Delta$.

Для идеального квантователя плотность распределения инструментальной погрешности можно представить в виде δ - функции